

Sensorgestützte Analyse der Präferenz und Affinität von Mastschweinen gegenüber Beschäftigungsangeboten

DISSERTATION

**zur Erlangung des akademischen Grades
doctor rerum agriculturalarum
(Dr. rer. agr.)**

**vorgelegt an der
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin**

von
Dipl.-Ing. agr. Björn Börgermann
geboren am 15.09.1975, Herdecke/ Ruhr

Präsident
der Humboldt-Universität zu Berlin:
Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Marksches

Dekan
der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät:
Prof. Dr. Dr. h.c. Otto Kaufmann

Gutachter: 1. Prof. Dr. Dr. h.c. Otto Kaufmann
 2. Prof. Dr. Eberhard von Borell
 3. Prof. Dr. Reiner Brunsch

eingereicht: Berlin, 27.09.2007
Datum der Promotion: Berlin, 21.12.2007

Widmung

Meinen Eltern,

meiner Familie,

meiner Oma†

Zusammenfassung

Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, mit Hilfe objektiv messbarer Verhaltensreaktionen von Schweinen deren essentielle Ansprüche und Präferenzen zu ermitteln. Der für diese Untersuchung entwickelte Versuchsaufbau ermöglicht im Vergleich zu üblichen Kurzzeitanalysen eine permanente Erfassung der Verhaltensabläufe von 22 Mastschweinen über den gesamten Haltungszeitraum. Dies erfolgt durch Anwendung einer elektronischen Identifikation, die Aufenthaltsort, -dauer und -frequenz von jedem Tier erfasst. Als Aufenthaltsorte standen den Tieren ein Bereich zur Nahrungsaufnahme, ein Bereich Ruhen und zwei Beschäftigungsbereiche zur Verfügung. Beide Futterautomaten und Tränken waren ebenfalls mit einer Tieridentifikation ausgestattet.

Durch das sensorgestützte System konnten in den zwei Versuchen im Mittel über 6000 Datensätze je Tier erhoben werden. Nach der programmierten, teilautomatisierten Formatierung in einer Datenbank wurden die in ihrer Aussagequalität sehr komplexen Daten einer standardisierten umfangreichen Auswertungsmethodik unterzogen. Unter der Prämisse einer zielorientierten Versuchsanordnung kann dieses System eine Alternative zu visuellen Beobachtungsmethoden von Tierverhalten darstellen und neue fundierte Bewertungsansätze ermöglichen.

Der Auswertungsschwerpunkt wurde auf die Analyse von Präferenz und Nutzungsstruktur der Beschäftigungsbereiche gelegt. Als Beschäftigung standen den Schweinen Sand, eine neuartige Wühlmatte und Stroh zur Verfügung. Wühlen schien für die Tiere ein wichtiges Verhaltenselement zu sein. Die Nutzungshäufigkeit der Beschäftigung betrug 6-11 Besuche je Tier und Tag. Die potentielle Nutzungsdauer der Beschäftigungsangebote erreichte im Mittel höchstens 3,4 Stunden je Tier und Tag. Die Unterschiede zwischen den Angeboten waren signifikant. Die Individualität der Schweine ist sowohl in der Nutzungsfrequenz als auch -dauer stark ausgeprägt. Der Neuigkeitswert der Beschäftigung gewinnt mit zunehmendem Alter an Bedeutung.

Durch eine Modellierung der sensorgestützt erfassten Parameter Nutzungshäufigkeit und Aufenthaltsdauer zu den Beschäftigungsangeboten ist es gelungen, eine objektive Bewertung tierindividueller Präferenz zu zwei Angeboten in einer Indexzahl zu erreichen. Die erzielte Indexzahl stützt dabei in präziser und doch vereinfachter Weise die Aussagen der komplexen Messwertanalysen. Unter Berücksichtigung des Adaptationsprozesses auf veränderte Umweltbedingungen im zeitlichen Verlauf kann mittels des Modells außerdem eine Aussage zur Affinität und Kompensationsmöglichkeit von Angeboten vorgenommen werden.

Abstract

This study analyses individual requirements and preferences of pigs by measuring objective parameters of their behaviour. In contrary to previous approaches the generated experimental setup enabling long term investigation of 22 pigs behaviour during the whole fattening period. Using sensorbased identification of every single pig it was possible to record habitation, duration of stay and the frequency of attendance in distinct area of the facility namely feeding and drinking area, resting area as well as two areas with environmental enrichment. Furthermore two automatic feeders and the drinkers were equipped with the animal identification system.

More than 6000 data sets for each animal were recorded in two independent experimental series. This extensive and complex data were processed partially automated and subsequent analyses have been carried out in a standardized manner. Data thus obtained display definite improvements compared to those collected by visual monitoring methods with regard to comprehension and objectivity. Consequently our experimental approach provides novel and revised possibilities for an accurate and extended analysis of fattened pigs behaviour.

The evaluation focused on the analysis of both preference and utilisation of environmental enrichments such as sand, novel nuzzle mat and straw. It seemed that nuzzling turned out to be essential for the animals, as six to eleven visits per day and animal were recorded. Pigs attended to the respective elements up to 3.4 hours per day. Significant preferences for specific elements could be observed. For individual study animals both frequency and duration of stay were markedly variable. Attractiveness of novel environmental enrichments increased with increasing age of the pigs.

By modelling frequency of use and duration of stay, both recorded sensor-based, it was possible to accomplish an objective analysis of the individual preference for specific offers which is represented by an index number. This number supported the results obtained by complex measurements precisely yet in a simplified manner. Taking into account the adaptation process to changing environmental conditions the generated model permits a conclusion regarding affinity and compensation of the offerings.

Schlagwörter:

Schwein, Verhalten, Präferenzen, sensorgestützte Erfassung, Beschäftigungsmaterialien

Keywords:

pig, behaviour, preferences, sensorbased documentation, environmental enrichment

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	STAND DES WISSENS.....	6
2.1	Tiergerechtigkeit und Wohlbefinden.....	6
2.2	Verhalten und Funktionskreise bei Schweinen	12
2.2.1	Gruppenstruktur und soziale Rangfolge.....	12
2.2.2	Spielverhalten.....	13
2.2.3	Erkundungsverhalten.....	13
2.2.4	Komfortverhalten	21
2.2.5	Nahrungsaufnahmeverhalten.....	22
2.2.6	Ruheverhalten.....	23
2.2.7	Ausscheidungsverhalten.....	24
2.3	Das Tierverhalten und seine Erfassung.....	26
2.3.1	Der Beobachtungsparameter Tierverhalten.....	26
2.3.2	Das Verhalten im Raum-Zeit-Bezug.....	26
2.3.3	Methoden der Verhaltensbeobachtung.....	27
2.3.4	Hilfsmittel zur Erfassung von Tierverhalten	29
2.4	Die Modellierung von Verhalten und die Bewertung von Tiergerechtigkeit bei Nutztieren.....	33
2.4.1	Die Tiergerechtigkeit in Haltungssystemen	33
2.4.2	Ermittlung von Rhythmen und Bouts.....	35
3	ZIELSTELLUNG.....	37
4	MATERIAL UND METHODE	38
4.1	Informationen zu den Versuchstieren	38
4.2	Die sensorgestützte Erfassung von Verhaltensmerkmalen.....	38
4.2.1	Übersicht zur Versuchsanlage	38
4.2.1.1	Durchgangstore	40
4.2.1.2	Datenübertragung und Prozessrechner.....	41
4.2.2	Bereich A - Nahrungsaufnahme	42
4.2.2.1	Futterautomaten.....	42
4.2.2.2	Tränkeeinrichtungen.....	42
4.2.3	Bereich B - Beschäftigung	43
4.2.4	Bereich C - Ruhebereich	43

4.2.5	Bereich D - Beschäftigung	44
4.2.5.1	Größe und Ausstattung im Versuch 1	44
4.2.5.2	Größe und Ausstattung im Versuch 2	44
4.3	Die Versuchsdurchführung	45
4.4	Die Datenanalyse	47
4.4.1	Verwendete Software und Programme.....	47
4.4.2	Eingabe und Aufbereitung von Versuchsdaten	47
4.4.2.1	Aufbereitung der Rohdaten	47
4.4.2.2	Filterfunktionen und Zeitberechnungen in der Datenbank	49
4.4.3	Statistische Analyse.....	51
4.4.3.1	Vorgehensweise in der statistischen Auswertung der Sensordaten	51
4.4.3.2	Modell zur Verhaltensbeschreibung.....	52
5	ERGEBNISSE	53
5.1	Die Analyse von sensorgestützt erfasstem Tierverhalten	53
5.1.1	Versuch 1: Strohautomat und Sandauslauf	53
5.1.1.1	Nutzungsstruktur der Haltungsbereiche und der Nahrungsaufnahme.....	53
5.1.1.1.1	Erkennungsort	53
5.1.1.1.2	Aufenthaltsdauer	62
5.1.1.1.3	Besuchszeitpunkt.....	67
5.1.1.2	Betrachtung der Individualität.....	71
5.1.1.2.1	Erkennungsort	71
5.1.1.2.2	Aufenthaltsdauer	76
5.1.1.2.3	Besuchszeitpunkt.....	77
5.1.2	Versuch 2: Strohautomat und Wühlmatte	79
5.1.2.1	Nutzungsstruktur der Haltungsbereiche und der Nahrungsaufnahme.....	79
5.1.2.1.1	Erkennungsort	79
5.1.2.1.2	Aufenthaltsdauer	88
5.1.2.1.3	Besuchszeitpunkt.....	94
5.1.2.2	Betrachtung der Individualität.....	98
5.1.2.2.1	Erkennungsort	98
5.1.2.2.2	Aufenthaltsdauer	103
5.1.2.2.3	Besuchszeitpunkt.....	104
5.2	Ein Modell zur Bewertung von Präferenz, Affinität und Kompensation	107
5.2.1	Die Grundlage für das Modell: der einzeltierbezogene Präsenzwert W	107
5.2.2	Das Präferenzmodell	109
5.2.2.1	Modellentwicklung zum Präferenzwert P	109
5.2.2.2	Die Präferenz P am Beispiel ausgewählter Perioden im Versuch 2.....	111
5.2.3	Das Affinitätsmodell	114

5.2.3.1	Eine Modellentwicklung für den Affinitätswert A	114
5.2.3.2	Die Affinität A am Beispiel ausgewählter Perioden im Versuch 2.....	115
5.2.4	Das Kompensationsmodell.....	118
5.2.4.1	Ein Modellansatz für den Kompensationswert K	118
5.2.4.2	Kompensation K am Beispiel ausgewählter Perioden im Versuch 2.....	119
6	DISKUSSION	121
6.1	Das sensorgestützt erfasste Tierverhalten von Schweinen	121
6.1.1	Aufenthaltort.....	121
6.1.1.1	Nutzungshäufigkeit von Beschäftigungsangeboten	121
6.1.1.2	Häufigkeit der Nahrungsaufnahme	126
6.1.1.3	Nutzungsfrequenz des Ruhebereiches.....	128
6.1.2	Aufenthaltsdauer	128
6.1.2.1	Nutzungsdauer von Beschäftigung.....	128
6.1.2.2	Dauer der Nahrungsaufnahme.....	134
6.1.2.3	Ruheverhalten und Liegedauer.....	135
6.1.3	Besuchszeitpunkt.....	136
6.1.3.1	Beschäftigung und Aktivität im Tagesverlauf	136
6.1.3.2	Hauptzeiten der Nahrungsaufnahme	137
6.1.3.3	Ruhezeiträume.....	137
6.1.4	Der Einsatz von Beschäftigungsangeboten in der Schweinehaltung	138
6.1.4.1	Präferenzen gegenüber Beschäftigungsgegenständen.....	138
6.1.4.2	Einordnung der geprüften Beschäftigungsangebote Sand, Stroh und Wühlmatte: Ethologie versus Verfahrenstechnik.....	140
6.2	Modellansatz zur Bestimmung von Präferenz, Affinität und Kompensation. 144	
6.2.1	Eine Einordnung des Modellansatzes.....	144
6.2.2	Präferenz.....	146
6.2.3	Affinität	147
6.2.4	Kompensation.....	148
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN	149

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kriterien für eine tiergerechte Haltung von Tieren	8
Tabelle 2: Merkmale mangelnden Wohlbefindens	10
Tabelle 3: Ursachenkomplexe für Verhaltensstörungen	10
Tabelle 4: Ursachen und Gründe für das Auftreten von Ohren- und Schwanzbeißen als Vorstufen von Kannibalismus bei Mastschweinen	15
Tabelle 5: Ausgewählte Beschäftigungsmaterialien und -gegenstände für Schweine	16
Tabelle 6: Ansprüche an Beschäftigungsmaterialien in der Schweinehaltung aus der Sicht der Verfahrenstechnik und des Tierverhaltens	17
Tabelle 7: Zeitliche Regeln der Verhaltensbeobachtung	28
Tabelle 8: Beobachtungsmethoden	29
Tabelle 9: Ausgewählte technische Hilfsmittel zur Erfassung von Tierverhalten	30
Tabelle 10: Bezeichnung und Funktion der 10 Erkennungsstellen in der Versuchsanordnung	40
Tabelle 11: Datenstruktur einer Tagesdatei am Beispiel CS050404 und die im weiteren Verlauf verwendeten Abkürzungen der entsprechenden Spalten.....	41
Tabelle 12: Aufteilung des ersten Versuch in Perioden	46
Tabelle 13: Aufteilung des zweiten Versuchs in Perioden	46
Tabelle 14: Für den ersten Bearbeitungsschritt der Rohdaten verwendete Makros.....	48
Tabelle 15: Gesuchte und Ersetzte Textfelder bei der Aufbereitung der Rohdaten.....	48
Tabelle 16: Erklärung für die Abkürzungen von Abfragen und Diagrammen	50
Tabelle 17: Ebenen der Auswertung und der zeitlichen Struktur	51
Tabelle 18: Mittlere Besuchsfrequenz je Tier und Tag (n) in den Perioden 2-9.....	60
Tabelle 19: Mittlere summierte Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in den Bereichen A bis D und verwendete Zeit zur Nahrungsaufnahme im Bereich A je Periode 2-9, Versuch 1	62
Tabelle 20: Statistik zu Parametern der Futteraufnahme je Tier, Versuch 1	66
Tabelle 21: Mittlere Besuchsfrequenz je Tier und Tag (n) in den Perioden 3-9, Versuch 2 ...	87
Tabelle 22: Mittlere summierte Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in den Bereichen A bis D und verwendete Zeit zur Nahrungsaufnahme im Bereich A je Periode 3-9, Versuch 2	88
Tabelle 23: Statistik zu Parametern der Futteraufnahme je Tier, Versuch 2	93
Tabelle 24: Modellansatz zur Bestimmung von Präferenz, Affinität und Kompensation	108
Tabelle 25: Matrix der Präferenzwerte für die Bereiche A-D für einen Zeitraum pk und die Anzahl daraus resultierender Präferenzquotienten	110
Tabelle 26: Statistik der Präferenzwerte zu den Periodenwechseln von Perioden 4 (SA+,WM+) bis zu Periode 6 (SA-,WM+) bezüglich der zwei Angebote Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)	112
Tabelle 27: Statistik der Affinitätswerte zu den Periodenwechseln von Perioden 4 (SA+,WM+) bis zu Periode 6 (SA-,WM+) bezüglich der zwei Angebote Strohautomat (B) und Wühlmatte (D)	116
Tabelle 28: Statistik der Kompensationswerte zu den Periodenwechseln von Perioden 4 (SA+,WM+) bis zu Periode 6 (SA-,WM+) bezüglich der Angebote Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)	120
Tabelle 29: Qualitativer Gegenüberstellung von Beschäftigungsgegenstände für Schweine auf der Basis vergleichender Untersuchungen.....	139
Tabelle 30: Bewertung der eingesetzten Beschäftigungsmaterialien Sand, Stroh und Wühlmatte aus ethologischer und verfahrenstechnischer Sicht	142
Tabelle 31: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich B je Einzeltier in Periode 4 (SA+,WM+)....	145

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Skizze der Versuchsanordnung	39
Abbildung 2: Durchgangstor nach den Umbaumaßnahmen	41
Abbildung 3: Abfolge der Datengewinnung	41
Abbildung 4: Futterautomat IVOG der Firma INSENTEC B.V. (Front- und Seitenansicht)	42
Abbildung 5: Eingangsansicht Tränke mit Tiererkennung	43
Abbildung 6: Wühlmatte	45
Abbildung 7: Schritte der Datenaufbereitung	47
Abbildung 8: Auswertungsstruktur der Sensordaten	50
Abbildung 9: Anzahl Besuche (n) der Gruppe je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 1	53
Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der in 5-Minuten-Intervallen klassifizierten Zeit zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 1	54
Abbildung 11: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 1 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 1	55
Abbildung 12: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 0 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an WS 5 und WS 6, Versuch 1	55
Abbildung 13: Anteil der mittleren Anzahl Besuche (n) an den Erkennungsstellen je Tag in den Perioden 2-9, Versuch 1	56
Abbildung 14: Anzahl Besuche je Tag (n) an den zwei Beschäftigungsbereichen in den Perioden 3-9 (Periode 2 und 8 fehlen aufgrund verschlossener Beschäftigungsbereiche), Versuch 1	57
Abbildung 15: Streuung der Summe der Besuche je Tag (n) während der Perioden 2 bis 9, Versuch 1	57
Abbildung 16: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (S+,SA+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme	59
Abbildung 17: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 7 (S-,SA+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme	60
Abbildung 18: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 9 (S+,SA+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme	62
Abbildung 19: Mittlere Aufenthaltsdauer je Tier in Prozent des Tages in den Bereichen A bis D über die Perioden 2-9 des Versuch 1	63
Abbildung 20: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen in Periode 4, Versuch 1	64
Abbildung 21: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 7, Versuch 1	65
Abbildung 22: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 9, Versuch 1	65
Abbildung 23: Anteil der täglichen Zeit zur Nahrungsaufnahme (%) je Tier und Tag, Versuch 1	66
Abbildung 24: Verhältnis von Futteraufnahmemenge (kg) zur dazu aufgewendeten Fresszeit je Tier und Tag (h) an den zwei Futterautomaten FA 1 und FA 2	67
Abbildung 25: Anteile der mittleren Anzahl Besuche je Stunde (n) an den Erkennungsorten im Tagesverlauf	68

Abbildung 26: Biphasischer Tagesrhythmus der Anzahl Besuche je Stunde (n) an den Beschäftigungsangeboten, Beispiel Periode 4 (S+,SA+)	68
Abbildung 27: Mittlere Anzahl Besuche (n) aller Erkennungen je Stunde im Tagesverlauf und Periode 2-9, Versuch 1	69
Abbildung 28: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer (%) je Besuch in den Bereichen A-D im Tagesverlauf, Versuch 1	70
Abbildung 29: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer je Besuch in den Beschäftigungsbereichen B und D im Tagesverlauf in den zwei Perioden 6 (S+,SA+) und 7 (S-,SA+), Versuch 1	71
Abbildung 30: Anzahl Besuche der Tiere (n) an allen Erkennungsstellen im Versuch 1	72
Abbildung 31: Anzahl Besuche je Einzeltier und Tag (n) in den Bereichen B und D während der Perioden 5-7, Versuch 1	72
Abbildung 32: Verlauf der Anzahl Besuche je Tag (n) von fünf Schweinen in den Bereichen B und D während der Perioden 5-7, Versuch 1 (MW Bereich B&D = gestrichelte Linie)	73
Abbildung 33: Anzahl unterschiedliche Tiere je Tag (n) an vier ausgewählten Erkennungen in den Perioden 2-9, Versuch 1	74
Abbildung 34: Clusteranalyse über Anzahl Besuche je Erkennung und Aufenthaltsdauer je Bereich und Tag je Einzeltier, Versuch 1	75
Abbildung 35: Aufenthaltsdauer (%) je Einzeltier und Tag in den Bereichen B und D während der Perioden 5-7, Versuch 1	76
Abbildung 36: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf in den Bereichen B-D, Versuch 1	77
Abbildung 37: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 1	78
Abbildung 38: Mittlere Anzahl Besuche (n) der Gruppe je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 2	79
Abbildung 39: Häufigkeitsverteilung der in 5-Minuten-Intervallen klassifizierten Zeit zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 2	80
Abbildung 40: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 1 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 1	80
Abbildung 41: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 0 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an WS 5 und WS 6, Versuch 2	81
Abbildung 42: Übersicht zur mittleren Anzahl an Besuchen (n) der Gruppe je Tag über die Perioden, Versuch 2	82
Abbildung 43: Anzahl Besuche je Tag (n) in den Beschäftigungsbereichen in den Perioden 3-9, Versuch 2	82
Abbildung 44: Streuung der Summe der Besuche je Tag (n) während der Perioden 3-9, Versuch 2	83
Abbildung 45: Verlauf mittlere Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (SA+,WM+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme, Versuch 2	84
Abbildung 46: Verlauf mittlere Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (SA+,WM-) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme, Versuch 2	85
Abbildung 47: Verlauf der mittlere Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (SA-,WM+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme, Versuch 2	87
Abbildung 48: Mittlere Aufenthaltsdauer je Tier in Prozent des Tages in den Bereichen	

A-D über die Perioden 2-9 des Versuch 2.....	89
Abbildung 49: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 4, Versuch 2.....	90
Abbildung 50: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 5, Versuch 2.....	91
Abbildung 51: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 6, Versuch 2.....	91
Abbildung 52: Anteil der täglichen Zeit zur Nahrungsaufnahme (%) je Tier und Tag, Versuch 2.....	93
Abbildung 53: Verhältnis von Futteraufnahmemenge zur dazu aufgewendeten Fresszeit je Tier und Tag, Versuch 2.....	94
Abbildung 54: Anteile der mittleren Anzahl Besuche je Stunde (n) an den Erkennungsorten im Tagesverlauf, Verlauf 2.....	94
Abbildung 55: Biphasischer Tagesrhythmus der mittleren Anzahl Besuche je Stunde (n) in den Aufenthaltsbereichen B-D, Beispiel Periode 4 (SA+,WM+), Versuch 2.....	95
Abbildung 56: Mittlere Anzahl Besuche (n) aller Erkennungen je Stunde Tagesverlauf in den Perioden, Versuch 2.....	96
Abbildung 57: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer (h) je Besuch in den Bereichen A- D im Tagesverlauf, Versuch 2.....	97
Abbildung 58: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer je Besuch in den Beschäftigungsbereichen B und D im Tagesverlauf in den zwei Perioden 4 (SA+,WM+) und 5 (SA+,WM-), Versuch 2.....	98
Abbildung 59: Anzahl Besuche der Tiere (n) an allen Erkennungsstellen im Versuch 2.....	98
Abbildung 60: Anzahl Besuche je Einzeltier und Tag (n) in den Bereichen B und D während der Perioden 4-7, Versuch 2.....	99
Abbildung 61: Verlauf der Anzahl Besuche je Tag (n) von fünf Schweinen in den Bereichen B und D während der Perioden 4-7, Versuch 2 (MW Bereich B&D = gestrichelte Linie).....	101
Abbildung 62: Anzahl unterschiedlicher Tiere je Tag an vier ausgewählten Erkennungen in den Perioden 3-9, Versuch 2.....	101
Abbildung 63: Clusteranalyse über Anzahl Besuche je Erkennung und Aufenthaltsdauer je Bereich und Tag je Einzeltier, Versuch 2).....	102
Abbildung 64: Aufenthaltsdauer (%) je Einzeltier und Tag in den Bereichen B und D während der Perioden 4-6, Versuch 2.....	103
Abbildung 65: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf in den drei Bereichen B, C und D, Versuch 2.....	105
Abbildung 66: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 2.....	106
Abbildung 67: Der Präsenzwert W als Grundlage in der Modellberechnung.....	107
Abbildung 68: Berechnung des Präsenzwert W für den Quadranten W2 aus der Häufigkeit c und der Dauer t über einen Zeitraum von z.B. fünf Tagen.....	109
Abbildung 69: Berechnung der Präferenz P zwischen dem Angebot X1 und X2.....	109
Abbildung 70: Werteskala der Präferenz P.....	110
Abbildung 71: Verteilung der P-Werte vor der Angebotsveränderung am Ende der Periode 4 (SA+,WM+) zwischen den zwei Angeboten Strohhautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1).....	111
Abbildung 72: Verteilung der P-Werte nach der Angebotsveränderung zu Anfang der Periode 5 (SA+,WM-) zwischen den zwei Angeboten Strohhautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1).....	112
Abbildung 73: Verteilung der P-Werte vor der Angebotsveränderung am Ende der	

Periode 5 (SA+,WM-) zwischen den zwei Angeboten Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)	113
Abbildung 74: Verteilung der P-Werte nach der Angebotsveränderung zu Anfang der Periode 6 (SA-,WM+) zwischen den zwei Angeboten Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)	113
Abbildung 75: Berechnung der Affinität A des Angebotes X1	114
Abbildung 76: Werteskala der Affinität A	115
Abbildung 77: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 4 (SA+,WM+) zu Periode 5 (SA+,WM-) für den Bereich Strohautomat, Versuch 2	115
Abbildung 78: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 4 (SA+,WM+) zu Periode 5 (SA+,WM-) für den Bereich Wühlmatte, Versuch 2	116
Abbildung 79: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) für den Bereich Strohautomat, Versuch 2	117
Abbildung 80: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) für den Bereich D Wühlmatte, Versuch 2	117
Abbildung 81: Berechnung der Kompensation K zwischen den Angeboten X1 und X2	118
Abbildung 82: Werteskala der Kompensation K	119
Abbildung 83: Verteilung der Kompensationswerte (K-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 4 (SA+,WM+) zu Periode 5 (SA+,WM-) wenn das Angebot Strohautomat (>+1) weiterhin und die Wühlmatte (<-1) nicht mehr verfügbar ist	119
Abbildung 84: Verteilung der Kompensationswerte (K-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) wenn das Angebot Strohautomat (>+1) nicht mehr und die Wühlmatte (<-1) wieder verfügbar ist	120
Abbildung 85: Phasen der Präferenzentwicklung	124

Verzeichnis Anhang

Anhang 1: Anzahl der Schweine zu verschiedenen Versuchsabschnitten in den Versuchen 1 und 2	167
Anhang 2: Profil der eingesetzten Rassen	167
Anhang 3: Eingesetzte Rassen und Geschlechterverhältnisse	168
Anhang 4: Inhaltsstoffe Ferkelaufzuchtfutter I	168
Anhang 5: Inhaltsstoffe Alleinfuttermittel I für Mastschweine ab ca. 35kg	168
Anhang 6: Inhaltsstoffe Alleinfuttermittel II für Mastschweine ab ca. 50kg	168
Anhang 7: Maßnahmen zur Verbesserungen der Erkennungsgenauigkeit	169
Anhang 8: Flächenangebot in der Versuchsanordnung	170
Anhang 9: Erforderliche Bodenfläche für wachsende Schweine	170
Anhang 10: Statistik zur Anzahl Besuche je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 1	170
Anhang 11: Tabelle Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 1	170
Anhang 12: Tabelle Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 1	171
Anhang 13: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 1	172
Anhang 14: Abbildung Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 1	172
Anhang 15: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 1	173
Anhang 16: Statistik zur Anzahl der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 1	173
Anhang 17: Tabelle Teststatistik ^d Anzahl der Besuche je Tag zwischen ausgesuchten Erkennungsstellen in den einzelnen Perioden, Versuch 1	174
Anhang 18: Tabelle Teststatistik ^c Summe der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 1	175
Anhang 19: Tabelle zur Statistik Anzahl der Besuche je Tier und Tag an den verschiedenen Erkennungsorten in den Perioden, Versuch 1	175
Anhang 20: Tabelle zur Korrelation der Anzahl Besuche je Tier und Tag an den Erkennungsorten in den Perioden, Versuch 1	175
Anhang 21: Tabelle Statistik Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in Periode 2-9, Versuch 1	178
Anhang 22: Tabelle Teststatistik Aufenthaltsdauer (%) der Bereiche in den Perioden 2-9, Versuch 1	179
Anhang 23: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Aufenthaltsdauer in den Bereichen A-D, Versuch 1	179
Anhang 24: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung an einer Erkennung, Versuch 1	180
Anhang 25: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung in den Beschäftigungsbereichen je Periode, Versuch 1	181
Anhang 26: Tabelle Übersicht zur Futteraufnahme, Fresszeit, Futterverwertung, und Fressgeschwindigkeit je Tier, Versuch 1	182
Anhang 27: Tabelle Statistik Zeit zur Nahrungsaufnahme je Tier und Tag (%) je Periode, Versuch 1	183
Anhang 28: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Fresszeit/ Trinkzeit an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 1	183
Anhang 29: Tabelle Mittelwert Anzahl Besuche je Tor und Periode im Tagesverlauf, Versuch 1	184

Anhang 30: Tabelle Statistik Aufenthaltszeit in den Beschäftigungsbereichen B und D je Besuch im Tagesverlauf in den Perioden 2-9, Versuch 1	187
Anhang 31: Tabelle Statistik tägliche Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungen in den Perioden, Versuch 1	190
Anhang 32: Tabelle Teststatistik ^c zur täglichen Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungen in den Perioden, Versuch 1	191
Anhang 33: Statistik zur Anzahl Besuche je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 2	191
Anhang 34: Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 2	191
Anhang 35: Tabelle Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 2.....	192
Anhang 36: Abbildung Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 2.....	193
Anhang 37: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 2.....	193
Anhang 38: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 2.....	194
Anhang 39: Statistik zur Anzahl der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2.....	195
Anhang 40: Tabelle Teststatistik ^c Anzahl der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2.....	195
Anhang 41: Tabelle Teststatistik ^c Summe der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2.....	196
Anhang 42: Tabelle zur Statistik Anzahl der Besuche je Tier und Tag in den Perioden, Versuch 2.....	196
Anhang 43: Tabelle zur Korrelation der Anzahl Besuche je Tier und Tag an den Erkennungsorten in den Perioden, Versuch 2	196
Anhang 44: Tabelle Statistik Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in Periode 3-9, Versuch 2.....	199
Anhang 45: Tabelle Teststatistik ^d Aufenthaltsdauer (%) der Bereiche in den Perioden 3-9, Versuch 2.....	200
Anhang 46: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Aufenthaltsdauer in den Bereichen A-D, Versuch 2.....	200
Anhang 47: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung an einer Erkennung, Versuch 2	200
Anhang 48: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung in den Beschäftigungsbereichen je Periode, Versuch 2	201
Anhang 49: Tabelle Statistik Zeit zur Nahrungsaufnahme je Tier und Tag (%) je Periode, Versuch 2.....	203
Anhang 50: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Fresszeit/ Trinkzeit an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 2	203
Anhang 51: Tabelle Übersicht zur Futteraufnahme, Fresszeit, Futtermittelverwertung, und Fressgeschwindigkeit je Tier, Versuch 2.....	204
Anhang 52: Tabelle Mittelwert Anzahl Besuche je Tor und Periode im Tagesverlauf, Versuch 2.....	204
Anhang 53: Tabelle Statistik Aufenthaltszeit je Besuch in den Beschäftigungsbereichen B und D im Tagesverlauf der Perioden 3-9, Versuch 2	207
Anhang 54: Tabelle Statistik tägliche Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2	210
Anhang 55: Tabelle Teststatistik ^c zur täglichen Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2	211
Anhang 56: Tabelle Präferenzwerte (P-Wert) Bereich B zu Bereich D je Tier und C-Point	

Periode, Versuch 2.....	211
Anhang 57: Tabelle Statistik zum Modellparameter Präferenz je Periode, Versuch 2.....	212
Anhang 58: Tabelle Teststatistik ^c von Präferenz und Affinität für die Bereich B und D, Versuch 2.....	213
Anhang 59: Tabelle Affinitätswerte (A-Wert) Bereich B und Bereich D je Tier und C- Point Periode, Versuch 2	214
Anhang 60: Tabelle Statistik zum Modellparameter Affinität je Periode, Versuch 2	214
Anhang 61: Tabelle Kompensationswerte (K-Wert) Bereich B durch Bereich D je Tier und C-Point Periode, Versuch 2	215
Anhang 62: Tabelle Statistik zum Modellparameter Kompensation je Periode, Versuch 2..	215
Anhang 63: Tabelle Korrelation Modellparameter für die Bereiche B und D, Versuch 2	216
Anhang 64: Leistungsstand der Schweinemast 2005/2006 der Erzeugerringe in Deutschland	217
Anhang 65: Tabelle Statistik Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer je Tier und Tag in den vier Tagen vor und nach einem Periodenwechsel (C-Point), Versuch 2	217
Anhang 66: Abbildung Mittelwert Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer je Tier und Tag in den kritischen Phasen der Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-) und von Periode 5 zu 6 (SA-,WM+), Versuch 2	219
Anhang 67: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich B je Einzeltier in Periode 4 (SA+,WM+) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)	219
Anhang 68: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich D je Einzeltier in Periode 4 (SA+,WM+) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)	220
Anhang 69: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich D je Einzeltier in Periode 5 (SA+,WM-) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)	220
Anhang 70: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich D je Einzeltier in Periode 5 (SA+,WM-) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)	221
Anhang 71: Übereinstimmung zwischen den einzelnen Rangfolgen Anzahl Besuche, Aufenthaltsdauer und W-Wert für die zwei Bereiche B und D im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-).....	221
Anhang 72: Formular zur Zeitraumbestimmung für die Modellberechnungen	222

Abkürzungsverzeichnis

+	Beschäftigungsangebot (S, SA, WM) für die Schweine zugänglich
-	Beschäftigungsangebot (S, SA, WM) für die Schweine nicht zugänglich
%	Prozent, 1 von 100
*	signifikant auf dem Niveau $p \leq 0,05$
**	signifikant auf dem Niveau $p \leq 0,01$
°C	Grad Celsius
a	Jahr
Abb.	Abbildung
ante	4 Tage vor dem C-Point zwischen zwei Perioden
Anz	Anzahl (n)
A-Wert	Affinitätswert
Bereich A	Bereich Nahrungsaufnahme mit FA und WS
Bereich B	Bereich Beschäftigung mit dem Angebot SA
Bereich C	Bereich Ruhen
Bereich D	Bereich Beschäftigung mit dem Angebot S oder WM
cm	Zentimeter
C-Point	„Critical Point“ = 4 Tage vor und nach einem Periodenwechsel
d	Tag
FA 1	Futterautomat, Erkennungs-ID 1
FA 2	Futterautomat, Erkennungs-ID 2
FVW	Futtermittelverwertung (kg Futter je kg Lebendgewichtszunahme)
g	Gramm
h	Stunde
hh:min:ss	Stunde:Minute:Sekunde
inkl.	inklusive
INW	Institut für Nutztierwissenschaften
K-Wert	Kompensationswert
kg	Kilogramm
l	Liter
LG	Lebendgewicht
LW	Lebenswoche
MTZ	Masttageszunahmen
m	Meter
m ²	Quadratmeter
Max	Maximum
Min	Minimum
ml	Milliliter
MW	Mittelwert
n	Anzahl
post	4 Tage nach dem C-Point zwischen zwei Perioden
P-Wert	Präferenzwert
r	Korrelation
s	Standardabweichung
S	Beschäftigungsangebot Sand im Bereich D
SA	Beschäftigungsangebot Strohautomat im Bereich B
Sig.	Signifikanz
Tab.	Tabelle
TGI	Tiergerechtheitsindex
TZ	tägliche Gewichtszunahme
WM	Beschäftigungsangebot Wühlmatte im Bereich D
WS 5	Tränke, Erkennungs-ID 5
WS 6	Tränke, Erkennungs-ID 6
W-Wert	Präsenzwert

1 Einleitung

Die Landwirtschaft steht vor einem Portfolio großer Aufgaben, die es auf verschiedensten Ebenen zukünftig zu bewältigen gilt. Im globalen Maßstab sind u.a. neue Konzepte der Landbewirtschaftung unter sich verändernden Klimabedingungen zu entwickeln und in der wachsenden Europäischen Union müssen Richtlinien und Märkte einander angepasst werden. In Deutschland sind die Fragen der Umstrukturierung hin zu einem höheren Konzentrationsgrad in Verbindung mit konstanten bzw. stagnierenden Erzeugererlösen und steigenden Faktorkosten zu lösen. In diesem Kontext wurde einerseits vielerorts mit der Entwicklung neuer Schwerpunkte begonnen, z.B. im Bereich nachwachsender Rohstoffe und regenerativer Energien. Zum anderen besteht für viele landwirtschaftliche Betriebe die Zukunftsstrategie darin, durch Investitionen in die Tierhaltung entweder die Veredelung der selbst produzierten Rohstoffe vorzunehmen oder durch die Nutzung bestehender Ressourcen neue Erwerbsquellen zu erschließen bzw. auszubauen.

Eine Möglichkeit der Ressourcenerschließung ist die Ausweitung der Schweinehaltung sowohl in der Ferkelerzeugung als auch der Schweinemast. Bei gewöhnlicher Haltungs- und Vermarktungsform der Tiere ist in beiden Bereichen von einer hohen Tierdichte im Verfahren auszugehen. Bei nicht fachgerechter Haltung der Schweine kann es hier zu einer starken Einschränkung des Verhaltens und somit zum eingeschränkten Wohlbefinden kommen. Der Halter befindet sich somit schnell in der ambivalenten Situation zwischen den Argumenten einer arbeits- und kostengünstigen Produktion und den artgemäßen Ansprüchen der Tiere.

Die Betrachtung und Analyse der Nutzung von Elementen der Haltungsumwelt ist Gegenstand dieser Untersuchung. Es werden die Ansprüche von Mastschweinen gegenüber Elementen wie Beschäftigung, Nahrungsaufnahme oder Ruhen hinsichtlich ihrer Häufigkeit und auch Nutzungsdauer analysiert und bewertet. Es sollen Anhaltspunkte für die Gestaltung der Haltungsumwelt gegeben werden, um auch mit wenigen, aber gezielten Veränderungen das Wohlbefinden der Schweine zu verbessern. Gleichzeitig wird auch den Ansprüchen der Gesellschaft an die Entwicklung und Verbesserung der Prozessqualität einer Haltung von Mastschweinen Rechnung getragen. Dazu sollen zunächst die wichtigsten Erkenntnisse zu Verhaltensansprüchen von Mastschweinen an ihre Haltungsumwelt, verbreitete Methoden zur Erfassung von Verhalten bei Nutztieren und verschiedene Modellansätze für eine vereinfachte und doch komplexe Beschreibung von Tierverhalten dargestellt werden.

2 Stand des Wissens

2.1 Tiergerechtheit und Wohlbefinden

Die Begriffe Tiergerechtheit, Wohlbefinden (welfare) und Wohlergehen (wellbeing) werden im Kontext Tier im deutschen Sprachgebrauch häufig analog benutzt. Sie können in ihrer Aussagekraft aber unterschieden werden. Tiergerechtheit betrifft direkter technische Haltungsdetails, während Wohlbefinden unterschiedlich stark die Gefühlsebene des Tieres selber beschreibt (WEBER 2003). Doch selbst für Wohlbefinden gibt es keine einheitliche Definition, sondern vielmehr ein Spektrum an Standpunkten, Definitionsansätzen und Erklärungskonzepten, die unterschiedliche Einstellungen zu den Tieren widerspiegeln: a) reduktionistisch, b) auf Basis der Anpassungsfähigkeit der Tiere, c) auf Basis der Gefühle der Tiere, d) umfassend (WEBER 2003).

Im Folgenden sollen einige Definitionsansätze und Erklärungskonzepte zur Beschreibung und Erfassung von Tiergerechtheit und Wohlbefinden am Beispiel der Mastschweinehaltung erläutert werden.

Einen wesentlichen Aspekt in der Mastschweinehaltung nimmt die Beachtung des Tierverhaltens ein. Denn das Verhalten des Tieres ist der sichtbare Ausdruck der Befindlichkeit (BUCHHOLTZ et al. 1998). So treten oftmals Verhaltensstörungen auf, die durch eine Nichtbefriedigung der Verhaltensbedürfnisse in der eingeschränkten Haltungsumwelt hervorgerufen werden. Das Verhalten eines jeden Tieres wird jedoch erheblich von dem in der Evolution entstandenen genetisch verankerten Programm beeinflusst. (MARTIN 1985). Das Tier verhält sich demnach entsprechend seinem ihm eigenen, artspezifischen Prinzip, um seinen Bedürfnissen nachzukommen. Es sucht nach Objekten und Zielen (Appetenzverhalten) in seiner Haltungsumwelt. Dabei modifiziert das Tier sein Verhalten, um Ziele zu erreichen (Endhandlung), aber auch um Schaden zu vermeiden (BUCHENAUER 1998, LORENZ 1984). Das tierische Verhalten ist dabei Mittler von allgemeinen und spezifischen Wechselwirkungen zwischen Tier, Technik und Technologie (SCHEIBE 1987). Neben der Schadensvermeidung sollte jedes Tier seinen drei arteigenen Grundfunktionen des Verhaltens

- Schadensvermeidung
- Bedarfsdeckung
- Reproduktion

in den heute üblichen konventionellen Haltungssystemen nachkommen können (TSCHANZ 1985). Die Schadensvermeidung und die Bedarfsdeckung sind für die Existenz des

Individuums unentbehrlich. Durch die Auseinandersetzung des Tieres mit den ersten beiden Grundfunktionen einerseits und den Elementen der gegebenen Haltungsumwelt andererseits kommt es beim Tier zur Ausbildung gewisser Verhaltensformen in angepassten bestimmten Frequenzen und Abfolgen (TSCHANZ 1985). WIEPKEMA (1987) beschreibt diese Situation als einen Soll-Ist-Vergleich. Ein Missverhältnis resultiert in der Aktivierung einer physiologischen oder behavioristischen Antwort. Eine Verhaltensstörung tritt dann auf, wenn ein Ausregeln nicht erfüllt werden kann (WIEPKEMA 1981). Es zeigt sich dabei, dass der Erfolg der verhaltensphysiologischen Stressantwort (Coping) entscheidend von der individuellen Copingstrategie, aber auch von der Vorhersagbarkeit und Kontrollierbarkeit der jeweiligen Situation durch das Tier abhängt. Hierbei kommunizieren Nerven-, Hormon- und Immunsystem in einem biochemischen Netzwerk, so dass Stress über direkte und indirekte immunmodulatorische Wirkungen das Wohlbefinden und die Gesundheit entweder negativ (Distress) oder auch eher positiv (Eustress) beeinflussen kann (PUPPE 2003). Die Erfahrung der Schweine, ob z.B. Beschäftigung in Form von Stroh in der Saugferkelphase zur Verfügung steht, hat dabei keinen Einfluss auf spätere individuelle Copingstrategien/ Verhaltensweisen in der Mastphase, die vielmehr größtenteils von der aktuellen Situation beeinflusst sind (BOLHUIS et al. 2006, CHALOUPKOVA et al. 2007).

Die Weiterentwicklung des Bedarfsdeckungs-Vermeidungs-Konzeptes bezieht Befindlichkeiten (angenehm \Leftrightarrow unangenehm) in die Bewertung mit ein. Positive oder negative Emotionen können demnach wie physische Komponenten ein bestimmtes Verhalten veranlassen (TSCHANZ 1997). Grundlegend für die Existenzanalyse von Befindlichkeiten (Wohlbefinden versus Nicht-Wohlbefinden) bei Tieren ist u.a. das Zeigen von Präferenzverhalten (SCHMITZ 1994). Diese Befindlichkeiten bezieht auch das Handlungsbereitschaftsmodell mit ein. Nach BUCHHOLTZ (1993) basiert dieses Modell auf der wissenschaftlichen Anerkennung von Befindlichkeiten bei Tieren. Es hat das Ziel, aufbauend auf ethologischen, neurologischen und physiologischen Kenntnissen ein verhaltensphysiologisches Konzept für verschiedenen Haltungssysteme zu entwickeln, so dass nicht Frequenz und Dauer, sondern Zusammenhänge endogener und exogener Faktoren zur Beurteilung und Bewertung von Verhaltensstörungen zusammenfließen.

Befindlichkeiten von Schweinen wie Wohlbefinden, Schmerzen und Leiden sind über naturwissenschaftliche Methoden nicht unmittelbar zugänglich. Das qualitative Verhalten eines Tieres in einer Haltung lässt sich daher nur indirekt quantitativ in Form verschiedener Indikatoren erfassen. Der Grad der Bedürfnisbefriedigung und Frustration kann daher über die Intensität, Dauer und Interpretation dieser Indikatoren bewertet werden. Diese können

ethologischer, physiologischer oder veterinärmedizinischer Natur sein und sollten sich in ihrer Aussagekraft möglichst ergänzen (BRACKE et al. 2006, VON BORELL et al. 2002 a, BUCHHOLTZ et al. 1998, REITER et al. 2006, RIST 1981, WEBER 2003) (Tabelle 1).

Tabelle 1: Kriterien für eine tiergerechte Haltung von Tieren

Pathologisch	Physiologisch	Ethologisch
<ul style="list-style-type: none"> - Keine haltungsbedingten Abgänge - Geringe haltungsbedingte Verletzungen - Wenig haltungsbedingte Erkrankungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Atemfrequenz - Pulsfrequenz, - Blutdruck - Hämoglobingehalt - Endokrinologische Faktoren (Hormone, Enzyme) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Ausfall essentieller Verhaltensweisen (Stehen, Sitzen, Liegen) - Keine Verhaltensstörungen (Appetenzverhalten, Intentionsbewegungen, Pseudoverhalten, Handlungen am Ersatzobjekt, Leerlaufhandlungen, Stereotypen) - Geringe Abweichungen von Ablauf, Dauer und Häufigkeit artspezifischen Verhaltens

Quelle: REITER et al. 2006, RIST 1981

REITER et al. (2006) merkte dazu folgendes an:

1. Ethologische Indikatoren zeigen, welche untauglichen Verhaltensversuche zur Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung letztendlich vom Tier genutzt werden. Ihre Erfassung ist jedoch mit einem erheblichen methodischen Aufwand verbunden und daher meist nicht praxistauglich.
2. Physiologische Indikatoren erbringen gute Ergebnisse, benötigen aber immer viel technische Ausstattung und zur Interpretation Fachwissen.
3. Pathologische Indikatoren sind einfach und für große Tierzahlen geeignet, haben jedoch häufig ein komplexes Ursachengefüge.
4. Leistungsparameter müssen als vierte Säule einbezogen werden.

Denn auch bei hohen Leistungsparametern und somit hoher Produktivität kann man nicht darauf schließen, dass bei den Tieren Wohlbefinden vorliegt. Denn häufig lassen sich Probleme der Krankheitsanfälligkeit und Mortalität in intensiven Haltungssystemen besser kontrollieren (VON BORELL et al. 2002 b).

Das Verhalten der Tiere selbst wird überwiegend durch baulich-technische Gegebenheiten in der Haltungsumwelt beeinflusst und weniger durch das Haltungsverfahren selbst. Daher vermindert eine gute Planung der baulich-technischen Gegebenheiten die Ausbildung von Technopathien (KTBL 2006). Nach der Methode „Ekesbo“ ist der Zustand des Integuments ein Spiegel der Tier-Umwelt-Interaktionen. Daher lassen sich Veränderungen und Läsionen als Indikator für verschiedene Einflüsse aus der Umwelt (pathologische, ethologisch) des

Tieres herleiten (TROXLER 1998). In Kombination mit einem guten Management lässt sich das Auftreten von Technopathien und Verhaltensstörungen in dafür eigentlich prädestinierten Haltungssystemen deutlich reduzieren (KTBL 2006).

Gutes Management schließt den Umgang des Menschen mit den Tieren ein. HEMSWORTH (2003) weist darauf hin, dass das Betreuungspersonal in Verbindung mit negativen Erlebnissen stehen kann, die Tiere dadurch Stress empfinden und es zu einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit und des Wohlbefindens kommen kann. Tiere entwickeln kognitiv-emotionale Systeme („welfare needs“), um mit ihrer Umwelt umgehen zu können (BRACKE et al. 2006). Die Spezifität eines Reizes für eine Verhaltensweise ist dabei einigermaßen elastisch. Das Tier besitzt als Reaktion auf neue Reize oder auch Frustrationserlebnisse ein gewisses Anpassungsvermögen, das Adaptationsvermögen (LEWIS 1999, VAN PUTTEN 1982). Für eine tiergerechte Haltung gilt jedoch grundsätzlich, dass die Tiere so zu halten sind, dass Körperfunktionen und Verhalten nicht gestört werden und das Adaptationsvermögen nicht überschritten wird (TROXLER et al. 1989).

Möglich wird die Beurteilung des Verhaltens mit Hilfe eines Ethogramms - nach SAMBRAUS (1978) die Gesamtheit der Verhaltensweisen, über die eine Tierart verfügt. Oft ermöglicht erst die umfassende Kenntnis dessen, wozu die Tierart fähig ist und woran sie adaptiert ist, Verhaltensweisen zu erkennen und zu interpretieren, welche bei Nutztieren als unangepasst erscheinen (BRACKE et al. 2006, SCHEIBE 1987). Die individuelle Variabilität der Verhaltensdispositionen ist dabei häufig weit größer als die konstitutionell-physiologische (SCHEIBE 1987). Ethologische Parameter sind die feinsten Bewertungsmaßstäbe für Haltungssysteme, da, bevor klinische Verletzungen sichtbar werden, innere Belastungen am Verhalten zu erkennen sind (HÖRNING 1993).

Im Vergleich normaler und abnormer Verhaltensweisen bei Überschreitung des Adaptationsvermögens, können diese abnormen Verhaltensweisen dann als Verhaltensstörungen angenommen werden. Dem Normalverhalten sind solche Verhaltensweisen zuzuordnen, welche in einem bestimmten Kontext auftreten bzw. welche an einem geeigneten Gegenstand ablaufen (Beispiel Spielverhalten) (SAMBRAUS 1997). Verhaltensstörungen sind Abweichungen vom Normalverhalten in Bezug auf die Dauer, Intensität, Häufigkeit und Sequenz der Verhaltensweisen (BUCHENAUER 1998). SAMBRAUS (1997) unterscheidet bezüglich Verhaltensstörungen zunächst zwischen den Handlungen am nicht-adäquaten Objekt, welches leblos (z.B. Stangenbeißen), lebend (Artgenosse, fremde Spezies, eigener Organismus) oder ohne Objekt stattfinden kann (Tabelle 2). Des Weiteren zählt er sowohl veränderte als auch in der Frequenz stark vom

Normalverhalten abweichende Verhaltensabläufe neben Stereotypen und Apathie zu den Verhaltensstörungen. Gleichzeitig kann beim Auftreten von Verhaltensstörungen davon ausgegangen werden, dass Tiere leiden und es zu einer Einschränkung ihres Wohlbefindens kommt (SAMBRAUS 1982).

Tabelle 2: Merkmale mangelnden Wohlbefindens

Anzeichen für Verhaltensstörungen	Anzeichen für Gesundheits- und Leistungsbeeinträchtigungen
Verhalten am nicht adäquaten Objekt	vermehrt Haut- und Klauenschäden (nach EKESBO)
Leerlaufverhalten, Apathie	häufige tierärztliche Behandlungen
Erzwungenes Nicht-Verhalten	hohe Verluste
Abnormer Bewegungsablauf, Stereotypen	schlechte Fruchtbarkeitsdaten
Intentionsbemühungen	niedrige Zunahmen
Vergebliche Entweichbemühungen	ungewöhnliche physiologische Befunde (Pulsfrequenz, Hormone, etc.)

Quelle: HÖGES 1998, SAMBRAUS 1990, SAMBRAUS 1997, VON BORELL et al. 2002 b

Neben Verhaltensstörungen können als weitere Auffälligkeiten Verhaltensänderungen bei den Schweinen auftreten, wie z.B. ein Nichteinhalten des Kotplatzes bei hohen Besatzdichten. Diese Verhaltensänderungen zeichnen sich prinzipiell durch deutliche Abweichungen vom Normalverhalten aus, die durch chronische Unter- bzw. Überforderung des Zentralnervensystems bedingt sein können. Die Ursachen hierfür können ähnliche wie bei den Verhaltensstörungen sein, jedoch auch das Ergebnis einer erfolgreichen Verhaltensanpassung (BUCHENAUER 1998). Als Anstoß für Verhaltensstörungen können verschiedene Ursachenkomplexe identifiziert werden (SAMBRAUS 1997) (Tabelle 3).

Tabelle 3: Ursachenkomplexe für Verhaltensstörungen

„seelisch-geistig“	„körperlich“
<ul style="list-style-type: none"> - mit Schmerzen verbundene Traumata - angeborene und erworbene Defekte des zentralen oder peripheren Nervensystems - domestikationsabhängige Veränderungen des ZNS oder Endokrinium - Prägung - Haltungsfaktoren 	<ul style="list-style-type: none"> - Entzündungen oder Organveränderungen - Infektionen oder Intoxikationen - Ernährungsstörungen - Haltungsfaktoren

Quelle: nach SAMBRAUS (1997)

Aus der Betrachtung der bisher aufgezeigten Ansätze kann sich ein umfassendes Bild des Wohlbefindens der Tiere ergeben. Allerdings müssen die genannten Termini sehr sorgfältig interpretiert werden, um die Gefahr einer willkürlichen Auslegung zu vermeiden. Jeder Halter von Tieren muss letztlich bei der Frage des ethisch richtigen Umgangs die Andersartigkeit der

jeweiligen Tierart berücksichtigen. BUSCH (2006) und MAFF (1999) verweisen hier auf die moralische Verpflichtung des Halters, dass Tiere Subjekte mit Ansprüchen sind denen folgende 5 Freiheiten („Five Freedoms“) zugebilligt werden müssen.

- Freiheit von Hunger und Durst, Fehlernährung
- Freisein von Unbehagen, (Antonym: Komfort und Schutz)
- Freisein von Schmerzen, Verletzungen, Krankheiten,
- Freisein von Angst und Leiden,
- Freiheit zum Ausleben normaler Verhaltensweisen.

Das Wohlbefinden definiert LORZ (1973) als den “Zustand physischer und psychischer Harmonie des Tieres in sich und mit der Umwelt”. Der Mensch überträgt bei der Beurteilung dieser Harmonie allzu oft seine persönlichen Bedürfnisse und Gefühle auf das Bedürfnis der Tiere. So kommt es häufig zu einer Vermenschlichung sowohl der Haltung als auch der gesamten Interpretation von Bedürfnissen der Haus- und Nutztiere (HEIßENHUBER et al. 2002, TE VELDE et al. 2002).

Durch Gesetze und Verordnungen versucht der Mensch die unterschiedlichen Interpretationen der Harmonie zu kanalisieren. So ist im Jahr 2002 der Tierschutz als Staatsziel im Grundgesetz verankert und somit eine lange Diskussion über den Rang des Tierschutzes im Verfassungsgefüge abgeschlossen worden. Der Artikel 20a Grundgesetz lautet nun “Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen **und die Tiere** im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung ...” Damit sind viele der Spannungsverhältnisse zwischen dem Tierschutz und verschiedenen Grundrechten, die ihre Grenzen lediglich an anderen kollidierenden Grundrechte Dritter oder der Gewährleistung verfassungsrechtlich besonders geschützter Gemeinschaftsgüter finden, ausgeräumt. Allerdings können die Bürger aus einer Staatszielbestimmung keine individuellen Ansprüche herleiten (BMVEL 2006).

TEUTSCH (1985) formuliert im Sinne einer grundsätzlichen Problemlösung einer für alle annehmbaren Beschreibung von Tiergerechtheit, dass wenn man ethische Normen für das Handeln des Menschen in der Natur entwerfen möge, die Rechte und Pflichten so verteilt sein müssten, dass man sich immer gerecht behandelt fühlen könnte. Dabei wäre es gleichgültig, ob man als Mensch, Pflanze oder Tier leben würde. Jedes Lebewesen hätte ein eigenes Recht auf Leben und Wohlbefinden, in das dem Menschen unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit auch nicht der Eingriff verwehrt würde.

2.2 Verhalten und Funktionskreise bei Schweinen

Ein zentrales Element dieser Untersuchung ist die Erfassung von Verhaltensweisen und Verhaltensabläufen bei Schweinen. Daher werden nachfolgend zunächst Erkenntnisse zum Tierverhalten in den verschiedenen Funktionskreisen und die Ansprüche von Schweinen an ihre Haltungsumwelt erläutert.

2.2.1 Gruppenstruktur und soziale Rangfolge

Bei Schweinen, die unter naturnahen Bedingungen gehalten werden, bilden mehrere Sauen (meist Mütter und Töchter) mit ihren älteren Ferkeln eine Rotte. Die Eber sind keine Mitglieder der sozialen Gruppe, unterhalten aber enge soziale Bindungen zu den adulten Sauen (WECHSLER et al. 1991). Bei Rottengrößen von 10-30 Tieren scheinen sich die Tiere als Einheit zu verstehen und sind in der Lage, individuelle Unterschiede auf den ersten Blick zwischen den Gruppenmitgliedern zu erkennen. Daher sollte bei Mastschweinen eine Gruppe von 20 Tieren nicht überschritten werden (DURRELL et al. 2004, HÖRNING 1993, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI et al. 1984).

Innerhalb einer Schweinegruppe besteht ein Netz sozialer Beziehungen, die besonders eng zwischen verwandten Tieren ist. Fremde und hinzugesetzte Schweine werden zunächst vertrieben bzw. wird das Dominanzverhältnis festgelegt, bevor sie in die Gruppe integriert werden und sich bevorzugte kleine Untergruppen bilden (DURELL et al. 2004, WECHSLER 1997). Eine gefestigt herausgebildete Rangordnung ändert sich dann nur selten (SAMBRAUS 1991). Die Auseinandersetzung mit den Buchtengenossen gerade nach dem Umstallen ist abhängig vom „Bekanntheitsgrad“ der Schweine und der Gruppengröße, vom Geschlecht und der Gewichtsentwicklung (AREY et al. 1995, SCHLICHTING et al. 1989). Einstreu vermindert die Rankämpfe dabei nicht (AREY et al. 1995). Börgel/ Kastraten wachsen schneller als ihre weiblichen Gruppengenossen und entwickeln zudem eine höhere Dominanz bei gleichem Körpergewicht (HORSTMAYER 1990). Die Dominanz zeigt sich in verschiedenen Haltungssystemen unterschiedlich stark, tritt jedoch auch in Einstreusystemen auf. Während in unstrukturierter Umwelt die Dominanz mit Aggression korreliert, so korreliert die Dominanz in Haltungssystemen mit Beschäftigungsangebot mit dem Körpergewicht (O'CONNELL 1999). Die aus der Dominanz resultierende Rangfolge regelt zudem die Zugangsfolge zu Ressourcen. Bei rationierter Fütterung folgt daraus häufig eine verminderte Futteraufnahme mit daraus folgenden geringeren Tageszunahmen der unterdrückten Tiere. Durch eine ad-libitum-Fütterung ist ein solches Phänomen reduzierbar

(HORSTMAYER 1990). Wichtig bei sozialen Auseinandersetzungen ist, dass ein Schwein dem Sieger einer Auseinandersetzung durch „Flucht“ zeigen kann, dass dieser anerkannt wird und es selbst unterlegen ist (VAN PUTTEN 1978). Da in den meisten Haltungsformen eine Sichtbarriere nicht möglich ist, kommt es hier schnell zu einer Überforderung des Sozialverhaltens. Steigende Aggression und eine erhöhte Anzahl an Angriffen führt schließlich zu schweren Verletzungen, besonders an Bauchseite und Augen (MÜLLER 1985; WOLFGANG 2003).

Allerdings ist zwischen Rangordnungskämpfen und Formen von Kannibalismus zu unterscheiden. Schließlich kommt es in jeder Gruppe von Tieren in einem gewissen Rahmen immer zu Aggressionen bzw. körperlichen Übergriffen. Diese sind jedoch meist ungefährlich für das einzelne Tier und tragen unter normalen Umständen zu einer Festigung der sozialen Beziehungen innerhalb der Tiergruppe bei.

2.2.2 Spielverhalten

Das Spielverhalten ist gekennzeichnet durch fehlenden Ernstbezug und eine geringe Priorität gegenüber anderen Verhaltensweisen. Charakteristisch für Spielverhalten ist, dass es abgebrochen werden kann, somit keine Endhandlung eintritt (BUCHENAUER 1998). Wenn Schweine spielen, empfinden sie gerade keinen Schmerz, Hunger oder Durst (VAN PUTTEN 1978). Spielverhalten wird erst nach Befriedigung von Primärbedürfnissen ausgelebt (ZALUDIK 2002). Vor allem die Ferkel lernen spielerisch ihre Rang-Position durchzusetzen (FRASER et al. 1990). Allgemein ist Spielverhalten ein Ausdruck von Wohlbefinden. Es kommt situationsbedingt gesteigert (z.B. bei frischer Stroheinstreu) auch bei adulten Tieren vor (BOLHUIS et al. 2005, VON ZERBONI et al. 1984). Insgesamt spielen Schweine unabhängig vom Haltungssystem vermehrt vormittags, mit zunehmendem Lebendgewicht immer weniger (BEA et al. 2003). GRAUVOGL (1985) beschrieb das Spielverhalten als den König aller positiven Verhaltensweisen, da es von den Tieren ohne Notwendigkeit oder inneren Drang ausgeführt wird.

2.2.3 Erkundungsverhalten

Das Verhalten der Hausschweine ist durch die Domestikation nur wenig verändert worden. Werden Hausschweine unter naturnahen Haltungsbedingungen in weitläufigen Freigehegen gehalten, zeigen sie ein relativ ursprüngliches und doch an ihre Umwelt angepasstes Verhalten (STOLBA 1984, WECHSLER et al. 1991).

Verbunden mit dem Erkundungsverhalten ist die Bewegungsintention der Schweine. Die meisten Tätigkeiten des Schweins sind dabei mit der Fortbewegung verbunden. Wie bei ihren

wildlebenden Artgenossen geschieht das eher tagaktiv und in einer biphasischen circadianen Alternanz. Das Aktivitätsmaximum tritt in der zweiten Tageshälfte nachmittags auf (BRAUN et al. 1993, TILGER 2005, VAN PUTTEN 1978, ZALUDIK 2002). Schweine haben demnach entgegen der weit verbreiteten Meinung mehr Bedürfnisse als Fressen und thermoneutrales Ruhen (BRACKE et al. 2006). Ein Schwein erkundet seine Umwelt nicht nur gezielt nach Nahrung, sondern oft scheinbar ungezielt und ohne ersichtlichen Grund. (STOLBA 1984, VON ZERBONI et al. 1984). Auch bei frischem Stroh wird das Zeitbudget für Fressen und Aktivität nicht wesentlich verändert (FRASER et al. 1991). Nach MÜLLER (1985) umfasst die aktive Phase bei möglicher freier Bewegung bis zu 11 Stunden am Tag und geht durch räumliche Enge stark zurück. Verstärkt wird die zurückgehende Aktivität zudem durch den oft zu glatten Buchtenboden. Bewegung reduziert sich schließlich fast auf die bei einer rationierten Fütterung beschränkte Zeit. Reines Stehen kommt bei in ihrer Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkten Schweinen selten vor.

Eine ausreichende Beschäftigung mit geeigneten Materialien ist ein unverzichtbares, zentrales Element einer artgemäßen Schweinehaltung (MÜLLER 1985, BARTUSSEK 2001, VAN DE WEERD et al. 2003). Das Erkundungsverhalten ist eine wichtige eigene Verhaltensweise, die es dem Tier ermöglicht, Informationen über seine Umwelt zu sammeln. Dabei ist nicht nur die Neuheit eines Reizes entscheidend sondern auch dessen Komplexität (TUYTTENS 2005, VAN PUTTEN 1978). Die Reize können durch die Sinne Sehen, Hören, Riechen, Tasten und Schmecken aufgenommen werden (SAMBRAUS 1978). Schweine sind sehr neugierig und lernfähig und besonders nach dem Fressen motiviert, geeignete Beschäftigung/ Neureize zu erkunden (WECHSLER 1997).

Das Erkundungsverhalten wird auch unter sehr reizarmen Bedingungen ausgeführt. Die mittlere Dauer einer Verhaltensreaktion tritt in einer reizarmen Umgebung länger auf (BEA 2004, STOLBA et al. 1981). In der Praxis wird meist jedoch nur eine Kette bereitgestellt (ZALUDIK 2002). Besonders in intensiven, konventionellen Haltungssystemen orientiert sich in Verbindung mit weiteren Ursachen das Erkundungsbedürfnis auf Artgenossen um und führt dann zu Verhaltensstörungen von Schwanz- und Ohrenbeißen bis hin zum Kannibalismus. Derartige Erscheinungen, also das gesteigerte Erkundungsverhalten am Sozialpartner (beruhigender Mammalreflex = Belly Nosing), sind häufig in Buchten mit dichter Belegung und ohne Ausweichmöglichkeit bzw. Sichtschutz für schwächere Tiere festzustellen (PFLANZ et al. 2005, SAMBRAUS 1978, SCHLICHTING et al. 1989, VAN PUTTEN 1978) (Tabelle 4). Im Prinzip versuchen die Tiere mit diesem Verhalten ihre innere Frustration/ Erregung/ Stress abzureagieren. Dies geht beim Schwein bevorzugt mit einer

Tätigkeit der Schnauze einher (LEWIS 1999, SAMBRAUS 1997). Neben den daraus folgenden ökonomischen Verlusten ist ein Kannibalismus auch aus Gründen des Tierschutzes zu vermeiden. Der bloße Einsatz von frei beweglichen oder fixierten Spielobjekten beeinflusst jedoch nicht die täglichen Zunahmen (BLACKSHAW et al. 1997).

Tabelle 4: Ursachen und Gründe für das Auftreten von Ohren- und Schwanzbeißen als Vorstufen von Kannibalismus bei Mastschweinen

Multifaktorielle Gründe für Kannibalismus
<ul style="list-style-type: none"> - große Gruppen - Eintönigkeit der Umwelt, Langeweile - Hunger, unregelmäßige Fütterung - Durst, Ausfall der Tränke - schlechtes Stallklima (Temperatur, Zugluft, Schadgase) - Parasitenbefall, Juckreiz - dichte Belegung/ Besatzdichte - hoher Lärmpegel - Zustand der Unlust - Körperliches Unwohlsein

Quelle: SAMBRAUS 1978, VAN PUTTEN 1978, SCHLICHTING et al. 1989 SAMBRAUS 1997, VON ZERBONI et al. (1984)

Durch die Haltung in einem Dunkelstall (0 Lux) sollten die Schweine daher beruhigt und die Reize gering gehalten werden. Während die Liegezeit sich nicht veränderte, ging aufgrund mangelndem Orientierungs- und Wahrnehmungsvermögen im Vergleich zum dämmerigen (1 Lux) und hellen Abteil (25 Lux) das eigentliche Erkundungsverhalten zurück. Die Anzahl durch Schwanzbeißen verletzter Tiere stieg dagegen deutlich an (VAN PUTTEN et al. 1984). Zum Erkundungsverhalten wird auch der für Schweine wichtige Rüttelinstinkt (rütteln an beweglichen Gegenständen) und insbesondere das Wühlverhalten gezählt (HÖRNING 1993, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984). Letzteres steht in engem Zusammenhang mit dem Erkundungsverhalten zur Nahrungsaufnahme. Bei diesem für das Schwein äußerst typischen Verhalten „pflügt“ das Tier mit dem Rüssel den Boden auf. Dabei sind zwei Faktoren für das Schwein wichtig: Die Möglichkeit des Reibens des Rüssels über eine Fläche und der Gegendruck des Substrats gegen den vorderen Rüsselscheibenrand. Auf einer harten Fläche ohne Substrat kann es demnach nur zu einer Art Scheinwühlen/Pseudowühlen kommen (VAN PUTTEN 1978). STUDNITZ et al. (2002) zeigen an Sauen, die nach vorheriger Gewöhnung länger als 24 Stunden ohne Wühlmöglichkeit bleiben, dass sie in den folgenden 24 Stunden, wenn sie wieder wühlen können, mehr Zeit als zuvor damit verbringen. Ebenso steigt die Dauer des längsten Wühlens ohne längere Unterbrechungen („Wühlbout“) in der ersten Stunde der Deprivation signifikant an. Das Wühlen wird auch durch kürzere Fresszeiten nicht in seiner Dauer eingeschränkt (1-6 Stunden), obwohl die Tiere kein Futter mehr aufnehmen (VON ZERBONI et al. 1984).

Tabelle 5: Ausgewählte Beschäftigungsmaterialien und -gegenstände für Schweine

Material	Beschäftigungsgegenstand	Untersuchung durch...
Raufutter (Stroh, Heu, Silage)	Stroheinstreu	AREY 1995, BARTUSSEK 2001, ERNST 1995, FRASER 1991, STUBBE 2000, VAN DE WEERD 2006, VAN ROOIJEN 1981, VON ZERBONI 1984
	Stroh, Strohhacksel im Pressfutterautomat, Strohraufe, Strohautomaten	BEATTIE 1998, GÖTZ 1991, HESSE 1997, HESSE 2002, KRESS 1999, KRETSCHMER 1993, KRÖTZL 1994, , PETERSEN 1995, ROTH 2002, STUBBE 2000, VAN DE WEERD 2003, VAN DE WEERD 2006
Substrate	Torf, Hobelspäne, Sägemehl, Pilz-Kompost, Sand (→ Suhle), Kies, Holzschnitzel, Rinde, Laub, Rasenschnitt, Papier	ANONYM 2005 b, BEATTIE 1998, BÖHMER 1994, BREMMERMANN 2002, HÖRNING 1993, INGOLD 1997, KRETSCHMER 1993, VAN DE WEERD 2003, VAN ROOIJEN 1981
Kunststoff	Bite Rite: Kegel mit 4 Beiß-Schläuchen & mittig hängendem Seil	AGROMEK 2006 (Hersteller: Ikadan), ROTH 2002, VAN DE WEERD 2006
	Schlauchstück	APPLE 1992, GIFFORD 2006, VAN DE WEERD 2003, AGROMEK
	Teller mit 3 Ketten, Kunststoffklötzen und mittig hängendem Seil	AGROMEK
	Autoreifen ganz, Reifenteile, hängend	HEIZMANN 1988, BÖHMER 1994, VAN DE WEERD 2003
	Bälle	ANONYM 2003, BÖHMER 1994, ROTH 2002, VAN DE WEERD 2003
	Hundespielzeug (Dog toy)	APPLE 1992, VAN DE WEERD 2003
	Bürsten	REITER 2006
	defekte Futterkette aus Seilförderer	MEYER 2007 a
	Behälter, gefüllt oder leer Kanister/ Wasserflaschen	ELKMANN 2003b, GIFFORD 2006, ISN 2003, ROTH 2002, VAN DE WEERD 2003
	Holz	AGROMEK 2006, BÖHMER 1994, PETERSEN 1995
	Holzseil mit kurzer Kette am Boden befestigt	AGROMEK 2006, BÖHMER 1994, PETERSEN 1995
	Rüttelstangen/ Hebebalken	ELKMANN 2007, FBN 2005
	Pendelbalken/ Nagebalken hängend (Fichte, 100cm, 13cm Ø)	ELKMANN 2007, HESSE 2002, ISN 2003, KRÖTZL 1994, REITER 2006
	Zweige	HÖRNING 1993, PETERSEN 1995
	Scheuerpfahl (mit Kette)	ANONYM 2003, ANONYM 2005 a, FBN 2005, REITER 2006, ROTH 2002
Metall	Ketten, einfach	APPLE 1992, BÖHMER 1994, ELKMANN 2003b, HEIZMANN 1988, HESSE 1997, HESSE 2002, KRESS 1999, STUBBE 2000
	Kettenwippe auf Buchtenwand mit/ ohne Stück Holz an Kette/ Seil	AGROMEK 2006, ANONYM 2003, ELKMANN 2007, ISN 2003, MEYER 2007 a, ROTH 2002, VAN DE WEERD 2003
	Kettenkreuz, -karussell mit Stück Holz/ Schlauch an Kette/ Seil	AGROMEK 2006, ELKMANN 2007, HESSE 2002, MEYER 2007 a, REITER 2006
	Ketten – Kette: horizontal gespannte Kette mit herabhängenden Ketten	ANONYM 2005 a, ROTH 2002
Wasser	Dusche, Wasserberieselung	BROCK 2002, GÖTZ 1986, HESSE 1997, VON ZERBONI 1984
Sonstige	Seil, (Hanf-), hängend (von Rolle) mit/ ohne Knoten	AGROMEK 2006, APPLE 1992, GIFFORD 2006, VAN DE WEERD 2003
	Rindersehne, -röhrenknochen	HEIZMANN 1988
	Findling	FBN 2005, VAN DE WEERD 2003
	Zeitungspapier	ANONYM 2005b, GIFFORD 2006, VAN DE WEERD 2003
	Stallbauelemente/ Tränke / Fütterungstechnik, Einrichtung	BEA 2003, BREMMERMANN 2002, ROTH 2002, SCHLICHTING 1989; VON ZERBONI 1984
	Sozialpartner/ Sozialverhalten	JACKISCH 1996, MARTYS 1986, SAMBRAUS 1991, STOLBA 1981, TROXLER 1982

Die Problematik der Reiz- und Beschäftigungsarmut mit den daraus resultierenden negativen Begleiterscheinungen wie Kannibalismus konnte in den weit verbreiteten Haltungssystemen in den letzten Jahrzehnten nicht gelöst werden. Im Streben nach einem Lösungsansatz sind unter verschiedenen Versuchsbedingungen ein weites Spektrum an Beschäftigungsmaterialien untersucht worden (Tabelle 5). Die angebotenen Gegenstände zeichnen sich dabei durch völlig verschiedene Materialeigenschaften aus.

VAN DE WEERD et al. (2003) hat in einer systematischen Analyse (Substrate in Box, frei auf Boden, an Wand befestigt, frei hängend auf Tierhöhe) über 74 Objekte verschiedener Materialeigenschaft, Bauweise und Größe, die das Erkundungsbedürfnis der Schweine fördern sollen, untersucht. Neben dem Vergleich bekannter Materialien und Gegenstände sind anschließend auch ausgefallene Neuentwicklungen wie Flüssigkeitsspender mit Geschmack (Erdbeere, Vanille, Mandel) oder Futterspender mit aromatisiertem Futter auf ihre Attraktivität hin getestet worden (VAN DE WEERD et al. 2006). Jedoch können diese neu entwickelten Gegenstände sowohl in ihrer Beständigkeit/ Funktionalität als auch in ihrer Akzeptanz durch die Schweine nicht immer die bekannten Beschäftigungsmaterialien wie z.B. Stroh übertreffen.

STUDNITZ et al. (2006) vergleichen eine erhebliche Anzahl von in der Literatur aufgeführten Untersuchungen zum Präferenzverhalten von Schweinen und Beschäftigungsgegenständen mit dem Schwerpunkt Wühlen. Problematisch erwies sich dabei, dass allein am Beispiel Stroh unterschiedlichste Versuchsanstellungen und Erhebungsmethoden festzustellen gewesen sind (Stroheigenschaft: Lang, Häcksel; Verabreichung: Automat, Boden), so dass ein direkter Vergleich erschwert wird. Stroh lässt sich dennoch als Vergleichsstandard ansehen. Wenn den Schweinen zur Befriedigung des Erkundungsverhaltens verschiedene Materialien und Gegenstände zur Verfügung gestellt werden, so sind diese aus verfahrenstechnischer und aus der Sicht der Präferenz der Schweine zu beurteilen, die in einigen Aspekten nicht vereinbar erscheinen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Ansprüche an Beschäftigungsmaterialien in der Schweinehaltung aus der Sicht der Verfahrenstechnik und des Tierverhaltens

Verfahrenstechnik	Tierverhalten
<ul style="list-style-type: none"> - lange Lebensdauer - Gewährleistung der Funktionalität des Haltungsverfahrens (z.B. Entmistungssystem) - leichte Montage - kostengünstig - leichte Reinigung - arbeitswirtschaftlich 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Attraktivität → Präferenz - komplexe Struktur - in mehreren Funktionskreisen - ausreichend lange Verfügbarkeit bzw. keine „Entfernung“ durch das Entmistungssystem - Veränderbarkeit/ Beweglichkeit - Beißen und Kauen - Druck auf die Rüsselscheibe - geringe Verschmutzung → geringer Infektionsdruck - keine inneren/ äußeren Verletzungen erzeugend

Für ein gesteigertes, andauerndes Erkundungsverhalten müssen Beschäftigungsmaterialien für die Schweine folgende Eigenschaften besitzen: komplex, veränderbar, zerstörbar, manipulierbar, zu einem kleinen Anteil verzehrbar und ins Maul zu nehmen (BARTUSSEK 2001, FRASER et al. 1991, JENSEN et al. 2006, STUDNITZ et al. 2006, VAN DE WEERD et al. 2003). Die zur Beschäftigung angebotenen Materialien sollten primär ein Erkunden und Manipulieren ermöglichen und der Zugang zur Beschäftigung sollte nicht mit Kämpfen verbunden sein (STUDNITZ et al. 2006). In Ort oder Form unveränderbare Spielzeuge verlieren sehr schnell an Reiz und genügen nur den rechtlichen Vorschriften (BARTUSSEK 2001, ZONDERLAND et al. 2003).

Es scheint wichtig zu sein, dass die Schweine auf den Boden gerichtete Aktivitäten ausführen können (KRÖTZL et al. 1994). Freibewegliche Gegenstände bergen das Problem, dass diese in den Kotbereich verschoben werden, verschmutzen und dann schnell an Anziehungskraft verlieren (ANONYM 2005 a, BLACKSHAW et al. 1997). An abgehängten, unveränderbaren Gegenständen verlieren die Schweine relativ schnell ihr Interesse (Tag 1: 13-19%, Tag 5: 0,5-1,5%) (HEIZMANN 1988), besonders wenn er den Stallgeruch annimmt (ZALUDIK 2002). Ob ein Beschäftigungsgegenstand dabei horizontal oder vertikal hängend angebracht ist, hat keine Auswirkung auf das Erkundungsverhalten durch die Schweine (ZONDERLAND et al. 2003). Wichtig ist nur, dass er möglichst nicht direkt an der Buchtenwand angebracht ist (REITER et al. 2006).

Für die Tiere ist es besonders reizvoll Erkundungen durchführen zu können, die in mehreren Verhaltensbereichen eine Rolle spielen. Stroh erfüllt diese Anforderung bzgl. der Funktionskreise Nahrungssuche, Ausruhverhalten/ Liegekomfort, Komfortverhalten, Spielverhalten, Erkundung/ Wühlen (TUYTTENS 2005, VAN PUTTEN 1978). Prinzipiell scheinen Schweine eine höhere Präferenz für Substrate auszubilden, die Erde ähnlich sind. Stroh wird bevorzugt, wenn die Tiere Bedürfnis nach Ruhe oder Komfortverhalten haben (z.B. Thermoregulation bei Kälte). Erkundungsverhalten, Futteraufnahme und Beschäftigungsverhalten wird am stärksten durch Torf, Pilz-Kompost und Sägemehl befriedigt. Für die Aktivität werden Sand, Holzrinde und Stroh gegenüber Beton bevorzugt. (BEATTIE et al. 1998). Allerdings besteht bei Materialien wie überlagertem Weichholz, Stroh, Sägemehl und Torf das Risiko einer Belastung mit Mykotoxinen bzw. Mykobakterien (ANONYM 2005 a, TUYTTENS 2005, ELKMANN et al. 2007). Holz und Spielketten haben ihre größten Vorteile auf verfahrenstechnischer und arbeitswirtschaftlicher Ebene (ELKMANN et al. 2007).

Besonders für Haltungssysteme mit perforierten Böden hat die Verfahrenstechnik die größte

Bedeutung. So sind Einstreumaterialien wie Stroh aus ökonomischen (Platzbedarf und Anschaffungskosten für Automaten/ Raufen), verfahrenstechnischen (Verstopfung der Güllekanäle) und arbeitstechnischen Gründen (Bergungs- und Lagerkosten) kaum noch praktikabel (ANONYM 2005 a). Neben der Wühlmöglichkeit hat Stroh zudem eine diätetische Wirkung und bietet Möglichkeiten zum Beißen und Kauen. In einstreulosen Ställen kann das Fehlen von Beschäftigungs- und Sättigungsmaterial in Kombination mit den hoch konzentrierten und in kurzer Zeit aufgenommenen Futtermengen schließlich zur Verhaltensstörung Leerkauen und letztendlich zu Kannibalismus führen. (MÜLLER 1985, TUYTTENS 2005, VAN PUTTEN 1978). Die wenigsten Symptome für Kannibalismus und die höchste Wühlaktivität sind im Auslaufsystem mit starker Stroheinstreu, die meisten Symptome in konventioneller Haltung, Schrägboden und Offenfrontstall zu beobachten (GUY et al. 2002, PFLANZ et al. 2005). Je mehr Stroh zur Verfügung steht, desto mehr beschäftigen sich die Schweine damit (STUDNITZ et al. 2006). Die täglich verabreichte Menge sollte ca. 100g je Tier und Tag betragen (MÜLLER 1985, BARTUSSEK 2001). Mit steigender Strohmenge (50g und 100g/ Tier und Tag) sinkt laut BARTUSSEK et al. (1999) nicht analog die Beschäftigung mit Artgenossen und Gegenständen. ZALUDIK (1997) stellt zwischen 50g und 100g Stroh je Tier und Tag keinen Unterschied im strohgerichteten Verhalten fest (1,53h je Lichttag). DAY et al. (2001) kommt zu dem Schluss, dass eine steigende Strohmenge zwar potentiell vor schädigendem Verhalten bewahrt, die Diversität strohgerichteten Verhaltens jedoch nicht beeinflusst wird.

Durch den Einsatz von Beschäftigungsmaterialien, die sie beißen, kauen oder benagen können, und Reiz-/ Beschäftigungsangeboten lässt sich jedoch das Erkunden am Sozialpartner eindämmen und damit das Risiko des Schwanzbeißen vorbeugen (BEATTIE et al. 2001, BLACKSHAW et al. 1997, BOLHUIS et al. 2005, FRASER et al. 1991, HARTUNG et al. 2005, O'CONNELL 1999, OLSEN 2001, SAMBRAUS 1978, STUDNITZ et al. 2006, TUYTTENS 2005, VAN PUTTEN 1978). Oft reicht schon ein punktueller Einsatz von Strohautomaten (VAN DE WEERD et al. 2006). DAY et al. (2001) können zudem belegen, dass bei Tieren die zuvor auf Stroh gehalten wurden nach dem Umstallen in einen strohlosen Haltungsraum der Anteil an tiergerichtetem negativen Verhalten ansteigt. Wenn die Schweine nun Erfahrung mit Stroh haben, so genügte es, nur eine geringe Menge einzusetzen, um das negative Verhalten aufzufangen. Dennoch scheint es schwierig, Beschäftigungsangebote zu finden, die Schweine für dieselbe Zeitdauer "unterhalten" und die entsprechenden natürlichen Reize vermitteln, wie Stroh es hervorruft (MEEHAN et al. 2007, TYUTTENS 2005). Außerdem weisen einige Autoren (BEATTIE et al. 1995, FRASER et al. 1991, PETERSEN

et al. 1995) darauf hin, dass die Schweine sich zwar vermehrt aktiv mit den Angeboten beschäftigen (Stroh, Torf, Holz, Zweige) im Vergleich zu Schweinen, die keine Angebote haben; die inaktive Zeit verkürzt sich und das Aggressionspotential sinkt. Die grundsätzlichen Probleme des Erkundens am Sozialpartner und das Aggressionsverhalten werden damit aber nicht gelöst. GIFFORD et al. (2006) vergleichen verschiedene Beschäftigungsangebote, um zu sehen, wie lange das Erinnerungsvermögen und der Neuigkeitswert erhalten bleibt. Ein Angebot von 10 Minuten reicht nicht aus, um eine Präferenz der Tiere auszubilden. Sie kommen zu dem Schluss, dass anhand eines zu entwickelnden Beschäftigungsmanagements spätestens nach zwei Tagen die Angebote variiert werden sollten. BARTUSSEK (2001) leitet die Erneuerungsintervalle aus der täglichen Tierbeobachtung und dem nachlassenden Interesse ab.

STUBBE (2000) entwickelt als Kombination verschiedener Angebote einen Beschäftigungsapparat, der einerseits geringste Strohmenen in Form einer Raufe und andererseits Ketten mit einem Pendelbalken zur Verfügung stellt. Die Vorteile dieses Gerätes gegenüber dem Einsatz einer einfachen Kette ergeben sich aus einer erhöhten Beschäftigung der Tiere und das Interesse nimmt mit der Zeit nicht ab. Es können sich jeweils mehrere Tiere gleichzeitig mit den verschiedenen Elementen des Gerätes befassen. Nachteilig ist die Größe des Gerätes einhergehend mit einer Einschränkung der nutzbaren Buchtenfläche. Auch YOUNG et al. (1994) ist mit der Entwicklung des „Edinburgh Foodball“ eine Beschäftigung der Tiere und die Befriedigung des Wühltriebs durch eine unregelmäßig aus dem Ball rieselnde geringe Menge Futter gelungen. Problematisch ist auch hier wieder die Bodengebundenheit verbunden mit der Verschmutzungsgefahr.

Mit zunehmendem Alter der Tiere nimmt der Zeitanteil an Bewegung und Spiel deutlich ab (BEA et al. 2003, SCHEIBE 1987, WOLFGANG et al. 2003). Die Häufigkeit und Dauer der Nutzung der angebotenen Spielgeräte nimmt aufgrund des hohen Anteils Liegen in den Haltungsformen am Gesamttag letztlich nur wenig Zeit in Anspruch. Die Dauer der Nutzung pro Ereignis steigt mit zunehmendem Alter (HARTUNG et al. 2005). Die Nutzungsdauer ist unabhängig von der Hierarchiestellung des Tieres (BLACKSHAW et al. 1997). So beschäftigten sich Mastschweine in einer eingestreuten Zweiflächenbucht 1,8 Stunden täglich mit Stroh, aber nur 0,23 Stunden mit Gegenständen. Haben die Schweine kein Stroh, so werden Gegenstände 1,1 Stunden lang genutzt (GURTNER 1990). MEYER (2007) hat beobachtet, dass die Schweine sich nur zu einem Anteil von 10 % ihrer Aktivitätsphase mit Herumlaufen in der Bucht, Buchtengenossen oder eben Spielzeug auseinandersetzen. Allerdings scheinen einige Beschäftigungsmaterialien mit zunehmendem Alter der Schweine

mit erhöhter Dauer genutzt zu werden (BEA et al. 2004, ELKMANN et al. 2007).

2.2.4 Komfortverhalten

Ganz allgemein dient das Komfortverhalten dem Wohlbefinden der Tiere (VON ZERBONI et al. 1984). Bei Schweinen, die die Möglichkeit dazu haben, äußert sich das Komfortverhalten in Verhaltenselementen, die auch der Körperpflege dienen wie das Sich-Reiben, Sich-Scheuern, Sich-Kratzen, Sich-Beknabbern, Sich-Lecken, Sich-Wälzen (SAMBRAUS 1978, VON ZERBONI et al. 1984).

Schweine haben keine Schweißdrüsen. Daher stellt das Suhlen und das Abscheuern der getrockneten Suhle eine für das Wohlbefinden zuträgliche und zur Thermoregulation notwendige Methode und beliebte Tätigkeit der Schweine, vor allem bei Temperaturen von über 20°C, dar (HORSTMAYER 1990, SAMBRAUS 1981, VON ZERBONI et al. 1984). Die Luftfeuchte hat gegenüber der Temperatur auf das thermoregulatorische Verhalten nur einen geringen Effekt (HUYNH et al. 2005). Da in heutigen Haltungssystemen der Einsatz einer Suhle nicht umsetzbar ist, kann zur Thermoregulation eine zeitweise Wasserberieselung und kühle Liegebereiche mit einem ausreichenden Platzangebot je Tier in Erwägung gezogen werden. Bei Haltungsformen mit möglicher direkter Sonneneinstrahlung ist der Einsatz von Sonnenschutznetzen zur Schattenbildung und Sonnenbrandvermeidung sinnvoll (VON BORELL et al. 2002 b, HÖRNING 1993, HOY et al. 2002, HUYNH et al. 2005, SIMANTKE 2000). Damit dem Bedürfnis der Schweine an die Temperaturregelung entsprochen wird, müssen z.B. in Dänemark alle Schweine über 20 kg Zugang zu einer Besprühungsanlage, einem Schlammbad o.ä. haben (BROCK 2002).

In den meisten Haltungssystemen kann das Suhlen allerdings als Merkmal des Komfortverhaltens nur bedingt erfüllt werden. Den Schweinen steht hier lediglich die feuchte Fläche der Tränke durch Spritzwasser und der Kotbereich zur Verfügung. Die Schweine nutzen diesen Bereich als Suhle und verschmutzen äußerlich. Durch die Verschmutzung gewinnt auch das zur Körperpflege gehörende Merkmal „Scheuern und Kratzen“ an meist senkrechten Gegenständen wie der Buchtenwand an Bedeutung. Dieses Verhalten ist für Schweine wichtig, da sie sich nicht wie andere Huftiere an fast allen Körperstellen kratzen können. Vorteilhaft für das Scheuern sind rauere Oberflächen wie Holz gegenüber anderen oft in der üblichen Schweinehaltung verwendeten Materialien. Durch die Verwendung von verschleißresistenten Werkstoffen in diesem Bereich oder einem als Alternative eingesetzten schrägen Scheuerpfahl kann das Problem des Abnutzens reduziert werden.

Zum Komfortverhalten zählen außerdem Lust- und Behaglichkeitsbewegungen, die

hauptsächlich vor oder nach einer Ruhephase ausgeführt werden, z.B. Gähnen, Sich-Strecken, Sich-Schütteln und Sich-Einbetten (SAMBRAUS 1978).

Das zu beobachtende gegenseitige Beknabbern mit den Zähnen ist schließlich ein Merkmal sozialer Hautpflege, ein Ausdruck von Kontaktbereitschaft und Verträglichkeit. Im Gegensatz zu anderen sozialen Tieren spielt die soziale Körperpflege beim Hausschwein jedoch eine untergeordnete Rolle.

2.2.5 Nahrungsaufnahmeverhalten

Bei einer Schweinehaltung unter naturnahen Bedingungen nimmt Gras den größten Anteil der Nahrung ein. Weidende Schweine beißen das Gras mit den Zähnen oder reißen es mit der Zunge ab. Ein adultes Schwein verbringt am Tag bei Konzentratfutter 10-80 Minuten und bei Weidehaltung bis zu 9 Stunden bzw. 71% des Tages mit der Nahrungsaufnahme. Während dieser Zeit nimmt es z.B. ca. 2-5 kg Trockenfutter bzw. ca. 15 bis 20 kg Gras zu sich. Schweine sind jedoch Allesfresser (Omnivoren), daher werden auch Wurzeln, Früchte, Blätter und tierische Nahrung (Aas, Würmer, Käfer, Mäuse, Frösche, etc.) gefressen (ANDREE 2000, HÖRNING 1993, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989, STOLBA 1984, VON ZERBONI et al. 1984, WECHSLER 1997). Die übliche Nahrungsaufnahme unter Stallbedingungen erfolgt bei Schweinen mit ad-libitum-Fütterung von 9-12 Uhr und von 15-18 Uhr mit ein bis zwei kurzen Nachfresszeiten und möglichst gemeinschaftlich zusammen mit anderen Tieren (ANDREE 2000, MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991). Der Einsatz von frischem Stroh hat keinen Effekt auf die Dauer der Futteraufnahme (FRASER et al. 1991). Über die Mittagsstunden wird eine Ruhephase eingelegt (GRAUVOGL 1997). Bei freier Futteraufnahme im Stall fressen die Schweine 5-15 Mahlzeiten je Tag. Die dafür aufgewendete Zeit beträgt 2-4 Minuten je Kilogramm Futter. Bei Trockenfutter kann sich die Futteraufnahmezeit um 50% erhöhen (MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991, VON ZERBONI et al. 1984). Nach 5-6 Minuten Pause ist eine Mahlzeit abgeschlossen (GONYOU 1998). Die Häufigkeit der Futteraufnahme kann bis auf 55 Besuche/ Tier und Tag ansteigen. Die Fressdauer sinkt mit zunehmendem Gewicht von im Mittel 102 Minuten/Tier und Tag (40kg LG) auf 85,6 Minuten je Tier und Tag (80kg LG) (GONYOU et al. 2000). Fressen wird jedoch auch im Zustand der Disharmonie als „Kompensation“ oder „Wegessen“ vorgenommen, so dass gute Zunahmen nicht immer mit hohem Wohlbefinden einhergehen (VAN PUTTEN 1978). Häufig ist bei Trockenfutter ein Tränkebesuch nach dem Fressen oder sogar ein Wechsel zwischen Tränke und Futter festzustellen, was sich bei einer rationierten Fütterung auf die Mastleistung auswirken kann (GONYOU 1998, VAN PUTTEN 1978).

Zur Nahrungsaufnahme ist auch die Aufnahme von Wasser zu zählen. Nach der Tierschutznutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV 2006) muss Schweinen, welche älter als zwei Wochen sind, jederzeit der Zugang zu Wasser ermöglicht werden. Der Anspruch der Wasserversorgung liegt in der Bedarfsdeckung zu allen Lebensabschnitten und Jahreszeiten. Wasser sollte jederzeit in einem Tier-Trinkplatzverhältnis von 12:1 und in guter Qualität zur Verfügung stehen (JUNGBLUTH et al. 2005). Der Wasserbedarf kann durch verschiedene Faktoren bedingt unterschiedlich hoch sein: täglich 3-10l je Tier, je 10kg LG = 1kg Wasser ab der 4. LW, 80 mL/kg LG (JUNGBLUTH et al. 2005, KIRCHGEßNER 1997, LI et al. 2005, MEYER 2007 b, SAMBRAUS 1991). Die Wasseraufnahme erfolgt im Mittel 5-20 Mal am Tag, besonders nach der Aufnahme von Trockenfutter (SAMRAUS 1991, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989). LI et al. 2005 verzeichnen dagegen 22 bis 38 Tränkebesuche je Tier und Tag. Kurze Tränkebesuche treten besonders auch nachts in schlaftrunkenem Zustand auf (SCHEIBE 1987, VAN PUTTEN 1978). Die Durchflussmenge der Tränke sollte mindestens 0,7l/Minute betragen (HÖRNING 1993, LI et al. 2005). Die höchste Wasseraufnahme ist zwischen 16-18 Uhr, die geringste zwischen 3-5 Uhr zu verzeichnen (MADSEN et al. 2005). Da Wildschweine üblicherweise aus Gewässern saufen, kommt eine Beckentränke dem Trinkverhalten der Schweine entgegen (HÖRNING 1993). An Beckentränken trinken die Tiere langsamer und damit länger (LI et al. 2005), jedoch verschmutzen sie leichter durch Kot und Eintreu. Daher werden meist Zapfentränken in Form von Niederdrucktränken verwendet, die eine hohe Hygiene mit niedriger Spritzwasservergeudung vereinen. Bei einer nicht auf ihre Größe optimal in der Höhe eingestellten Zapfentränke saufen Schweine vermehrt das Tropfwasser der zeitlich parallel trinkenden Schweine vom Boden.

2.2.6 Ruheverhalten

Schweine bevorzugen zum Ruhen einen elastischen Fußboden zur Bildung einer Mulde, was die Bedeutung von Substraten für das Ausruhverhalten unterstreicht (BARTUSSEK 2001, GRAUVOGL 1997). Wichtiger als eine weiche Unterlage ist den Schweinen zum Ruhen ein geschützter Ort ohne Gitterabgrenzung, trocken und zugfrei (VON ZERBONI et al. 1984). Der Temperaturkomfort geht vor Liegekomfort, so dass bei Umgebungstemperaturen im optimalen Bereich entsprechend dem Alter der Tiere (25kg LG: 22-24°C, 100kg LG: 15-17°C) auch perforierte Böden den eingestreuten Liegflächen vorgezogen werden. Bei suboptimalen Temperaturen werden eingestreute Flächen vermehrt aufgesucht (FESKE et al. 2004, HOY et al. 2002, MEYER 2005, RUDOVSKY et al. 2002).

Die Ruhezeiten bei Schweinen unter naturnahen Haltungsbedingungen liegen bei 12 bis 15 Stunden täglich, 2-3 Stunden mittags und 10-11 Stunden nachts (20-6 Uhr). Die soziale Rangfolge hat beim Ruheverhalten keine Bedeutung (HÖRNING 1993, SAMBRAUS 1978, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984). In der Stallhaltung steigt der Anteil des Ruhens mit zunehmendem Körpergewicht auf 16-22 Stunden, wobei durch Klima, Fütterung (rationierte Fütterung 18:58 h, ad-libitum 17:35 h) und soziale Faktoren individuelle Abweichungen beobachtet werden können (EKKEL et al. 2003, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989, VAN PUTTEN 1978). Bei rangniederen Tieren verkürzt sich die Ruhezeit, da besonders bei Automatenfütterung diese Schweine die Nebenzeiten zur Futteraufnahme nutzen (VON ZERBONI et al. 1984). Längere Liegezeiten (nachts) werden durch gelegentliches Aufstehen unterbrochen, um dann ebenfalls Kot abzusetzen, zu harnen und fast immer um etwas Wasser aufzunehmen (VAN PUTTEN 1978).

Das Nestbauverhalten ist angeboren und wird im Allgemeinen auch in einer Intensivhaltung ausgeführt, so dass die Schweine häufig gemeinsam in angelegten Gruppennestern ruhen (WECHSLER et al. 1991). Je nach Temperatur liegen die Schweine eng aneinandergedrängt oder weiter auseinander (SAMBRAUS 1978). Prinzipiell sind Schweine jedoch Kontakttiere und liegen außer bei hohen Temperaturen gerne auch übereinander oder wie "Löffel in einer Schachtel" (VAN PUTTEN 1978). Ob die Temperatur in den Ruhephasen den Bedürfnissen der Schweine entspricht, lässt sich gut durch die Art und Weise des Liegens feststellen. Bei zu kühlen Temperaturen liegen die Schweine auf dem Bauch mit unter den Körper gezogenen Läufen in Haufenlage und meist eng nebeneinander. Als Zeichen für hohe Temperaturen nehmen die Tiere eine gestreckte Seitenlage ohne Körperberührung der anderen ein (VAN PUTTEN 1978). Für eine gestreckte Seitenlage benötigt ein Mastschwein mit 100 kg Lebendgewicht ein Platzangebot von mindestens 0,65m² ($A [m^2] = 0,03 \times 100^{0,67}$) (HOY et al. 2002).

2.2.7 Ausscheidungsverhalten

Das Hausschwein ist kein territoriales Tier, dennoch werden die Kotplätze im bevorzugten Aufenthaltsgebiet angelegt (Home range) (WECHSLER et al. 1991). Zum Koten und Harnen entfernen sich Schweine von der Gruppe und erkunden den vorgesehenen Ort. Die Kotplätze in einer naturnahen Haltung liegen 5 bis 15 m vom Gruppennest entfernt, nah genug um morgens den Kotplatz schnell aufsuchen zu können und weit genug, um eine Mindestdistanz einzuhalten. Die Schweine verlassen auch nachts das Nest, um den Kotplatz aufzusuchen und das Schlafnest absolut sauber zu halten (VON ZERBONI et al. 1984). Das Schwein ekelte sich allerdings wenig vor arteigenen Exkrementen (VAN PUTTEN 1978).

Kot- und Urinierplätze werden bevorzugt an feuchten Stellen angelegt, die zum Liegen aus diesem Grund ungeeignet sind (SAMBRAUS 1978). In Haltungssystemen wird ein heller, feuchter Ort mit Sicht- und Tierkontakt zu anderen Schweinen für das Ausscheidungsverhalten bevorzugt, wobei männliche Tiere häufig beim Trinken harnen (MOLLET et al. 1991, VON ZERBONI et al. 1984). Sowohl eine deutliche Über- als auch eine Unterbelegung der Hütten sollte vermieden werden, um eine Verwechslung zwischen Kot- und Liegebereich auszuschließen. Der Kotbereich wird dann zu 80% als solcher genutzt (SIMANTKE 2000). Um einem Verkoten vorzubeugen, sollte den Schweinen zu Beginn der Mast eine trockene, saubere und zugfreie Liegefläche angeboten werden, welche entweder etwas eingestreut oder mit wenig Futter versehen worden ist.

Ein Abkoten erfolgt 3-4 Mal und ein Harnen 2-7 Mal täglich, häufig auch in Verbindung miteinander (VAN PUTTEN 1978, SCHLICHTING et al. 1989). Unter dem Einfluss von Angst- und Erregungszuständen erhöht sich die Frequenz des Ausscheidens stark, wobei Kotplätze kaum noch eingehalten werden (GRAUVOGL 1997). Ein zusätzlicher ursächlicher Faktor für eine Verschmutzung sind Umschwünge von Großwetterlagen.

2.3 Das Tierverhalten und seine Erfassung

Um die in dieser Versuchsanstellung eingesetzte Technik zur Erfassung von Tierverhalten in den Kontext ethologischer Untersuchungen einordnen zu können, werden im Folgenden einige Aspekte zur Beobachtungsmethodik und zu technischen Hilfsmitteln einer Verhaltensforschung bei Nutztieren erläutert.

2.3.1 Der Beobachtungsparameter Tierverhalten

Das Verhalten von Tieren lässt sich durch die Analyse von Parametern wie Bewegungen, Lautäußerungen, Körperhaltungen, Farbveränderungen oder auch Absonderung von Duftstoffen definieren. Für eine feinere Beschreibung der Verhaltensweisen gilt es zunächst, eine Klassifikation für die Untersuchungsparameter zu bilden und zwischen Zuständen und Ereignissen zu unterscheiden (KAPPELER 2006). So ist eine Klassifikation in allgemein ethologische Merkmale (Futteraufnahme, Sozialverhalten, etc.), anatomisch-morphologische Merkmale (Körperhaltung, Veränderung an Gliedmaßen, etc.) und physiologische Merkmale (Herzfrequenz, Blutdruck, etc.) möglich (BESSEI 2006). Stattdessen kann auch eine Einteilung in einfache und komplexe Verhaltensweisen vorgenommen werden. Während die einfachen Verhaltensweisen in der ersten Ebene untergliedert sind in die Grundeinheiten Einzeltier \Leftrightarrow Gruppe, in der zweiten Ebene in statisches \Leftrightarrow dynamisches Verhalten und in der dritten Ebene in gerichtetes \Leftrightarrow ungerichtetes Verhalten, sind die komplexen Verhaltensweisen nur einfach untergliedert. Komplexe Verhaltensvorgänge sind beispielsweise gleichzeitiges Liegen und Strohkauen (= Simultaner Verhaltensablauf) oder Fressen und anschließendes Laufen (= Verhaltenssequenz). Zudem zählen zu den komplexen Vorgängen Änderungen in Abhängigkeit von Begleiterscheinungen (= Syntaktisches Verhalten) oder aber Verhaltensweisen, die durch einen aktiven und einen passiven Part gekennzeichnet sind wie Beißen und Gebissenwerden (= Rollenverhalten) (BESSEI 2006).

2.3.2 Das Verhalten im Raum-Zeit-Bezug

Ein wichtiger Faktor bei der Betrachtung von Verhaltensweisen ist, dass Verhalten immer sowohl in einem Raumbezug als auch in einem Zeitbezug steht. Der Raum steht hier als Bezugspunkt für eine ethologische Betrachtung und spielt z.B. eine Rolle beim Fressverhalten selbst und dem damit verbundenen Bewegungsmuster (REITER 1993). Der Zeitbezug eröffnet ebenso ein weites Feld an Betrachtungsmöglichkeiten. So können Aktivitätsrhythmen sowohl einzelner eng definierter Verhaltensabschnitte analysiert (Pickverhalten bei Hühnern) als auch Tagesverläufe hinsichtlich einer Kurzzeit- und Langzeitrhythmik betrachten werden (Verlauf der Tagesaktivität bei Schweinen) (BESSEI 1973, VAN PUTTEN 1978, BRAUN et

al. 1993). Zur Quantifizierung solcher Rhythmen lassen sich die Informationen in vier Typen unterteilen (KAPPELER 2006):

- Dauer
- Häufigkeit
- Intensität = $\left(\frac{\text{Häufigkeit}}{\text{Zeiteinheit}} \right)$
- Latenz.

Eine Verknüpfung von Raum und Zeit stellen Sequenzanalysen dar. Sie kennzeichnen empirische Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen unterschiedlichen Verhaltensweisen. Sequenzanalysen analysieren insbesondere die Motivation des Tieres (WECHSLER 2000). Die Länge der zu analysierenden Sequenz ist je nach Merkmal in Abhängigkeit von der Fragestellung zu bestimmen.

2.3.3 Methoden der Verhaltensbeobachtung

Unabhängig davon, ob Verhaltensbeobachtung unter Praxisbedingungen (open-field) oder unter standardisierten Versuchsbedingungen vorgenommen werden, können folgende Klassen von Verhaltensuntersuchungen gebildet werden (SCHEIBE 1987):

- Verhaltensaufnahme
- Situationsvergleiche
- Wahlversuche
- Belastungsversuche
- Reaktionsversuche
- Lernversuche.

Oftmals zeichnen sich Verhaltensbeobachtungen durch eine Kombination der genannten Klassen aus. Die Vorteile einer experimentellen Untersuchung liegen in der guten Kontrolle der Versuchsbedingungen und Einflüsse einzelner oder kombinierter Faktoren. Dies gilt insbesondere bei Grundlagenuntersuchungen zur Bevorzugung bestimmter Umweltbedingungen. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, viele Daten zu erfassen. Meist sind Verhaltensuntersuchungen jedoch mit den Nachteilen der geringen Tierzahl bzw. Wiederholungsmöglichkeit belastet. Zudem können schon kleine Veränderungen der komplexen biotischen und abiotischen Einflussfaktoren eine starke Abweichung in den Ergebnissen veranlassen (HARTUNG 2001).

Eine Besonderheit der Wahlversuche ist die Möglichkeit, mit einer naturwissenschaftlichen

Methode die Tiere direkt nach ihren Vorlieben zu fragen bzw. die Präferenz für zeitliche Bedürfnisse und Umwelteigenschaften zu messen, ohne beim Tier ein Konfliktverhalten ausgelöst zu haben (HÖRNING 1993, SPINKA et al. 1998, VAN ROOIJEN 1981). Wahlversuche können jedoch auch nur eine momentane, relative und nicht eine absolute Bevorzugung sein (KNIERIM 1998, REITER et al. 2006). Umgekehrt kann ein Angebot nur selten wahrgenommen werden, aber dennoch wichtig für das Tier sein (KNIERIM 1998). Die relative Häufigkeit korreliert nicht zwingend mit dem Ausmaß der Bedeutung (HARTUNG 2001). Dauerwahlversuche zeichnen sich dadurch aus, dass die Tiere ihre Wahl gegenüber T-Labyrinth-Modellen revidieren können und somit keine Gefahr der visuellen Diskrimination besteht (VAN ROOIJEN 1981). Bei Schweinen sind Wahlversuche sowohl für Beschäftigungsgegenstände, Einstreumaterialien und Fußbodengestaltung als auch für Futterautomaten und Futtermittel durchgeführt worden (BEATTIE et al. 1998, ELKMANN et al. 2007, FESKE et al. 2004, RUDOVSKY et al. 2002, KRETSCHMER et al. 1993).

Den Aufwand zu messen, den ein Tier betreibt, um eine Ressource zu bekommen, ist der direkteste Weg, um die Motivation eines Tieres zu studieren (DAWKINS 1990, KNIERIM 1998). Durch das Mittel der operanten Konditionierung lassen sich Aussagen auch über die Präferenz, deren Stärke und ihre Verstärkungsmechanismen zwischen verschiedenen Beschäftigungsmaterialien treffen (PEDERSEN et al. 2005, JENSEN et al. 2006).

Zur Verhaltensbeobachtung können prinzipiell drei verschiedene temporär oder qualitativ quantifizierende Methoden eingesetzt werden: Time-Sampling, Event-Sampling und Rating-Verfahren (Tabelle 7).

Tabelle 7: Zeitliche Regeln der Verhaltensbeobachtung

Methode	
Time-Sampling	- <u>Zeitintervalle</u> in Beziehung zum Beginn und Ende und zur Dauer der Verhaltensweisen
Event-Sampling	- <u>Zeitpunkt</u> von Beginn und Ende des Verhaltens in Bezug auf die Tageszeit oder Jahreszeit, z.B. - Mittlere Dauer und Varianz pro Tag/ Beobachtungszeitraum - Zeitbudget je Tag/ Beobachtungszeitraum - Absolute und relative Häufigkeit pro Zeiteinheit - Frequenz - Bouts (zusammengefasste Einzelhandlungen der gleichen Art) - Sequenz
Method of rating	- Bildung von <u>Rangfolgen</u>

Quelle: nach BOGNER (1984), FASSNACHT (1979)

Um beim Time-Sampling eine gute Korrelation zwischen tatsächlichem Auftreten des Verhaltens und der beobachteten Anzahl zu erreichen, sollte bei einer mittleren Dauer der auftretenden Verhaltensweise, die man beobachten will (> 5-20 Sekunden), eine

Beobachtungsdauer in der Hälfte der Verhaltensweise gewählt werden (FORNER 2001). Insgesamt ist festgestellt worden, dass bei einem Time-Sampling-Beobachtungsintervall von 5-10 Minuten die Aussagen mit einer Direktbeobachtung zu > 90% übereinstimmen (BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, FORNER 2001).

Weiterhin muss festgelegt werden, ob die Beobachtung als Momentaufnahme (Momentary-interval-Sampling (MIS)) oder als Zeitfenster (Partial-interval-Sampling (PIS)) definiert werden soll und welche Codierung Anwendung findet (Tabelle 8).

Tabelle 8: Beobachtungsmethoden

Methoden	
Ad-libitum-Sampling	Unsortiertes Erfassen aller Verhaltensweisen
Sociometric-matrix-Sampling	Interaktionen zwischen den Tieren
Focal-animal-Sampling	Fokustierbetrachtung
All-occurrence-Sampling	Erfassung bestimmter Verhaltensweisen
One-zero-Sampling	Ja oder Nein-Prinzip
Scan-Sampling (Instantaneous-Sampling)	Erfassung der Momentaufnahme

Quelle: nach ALTMANN (1974)

So können alle auftretenden Fälle nur einmal codiert werden (One-zero-Sampling) oder aber nur überwiegend das Zeitintervall ausfüllende Verhaltensweisen (Predominant-activity-Sampling), bzw. nur die das Zeitintervall völlig ausfüllenden Verhaltensweisen (Whole-interval-Sampling) aufgezeichnet werden. Bei langen Intervallen wird eine Schätzung des Verhaltens allerdings erschwert. Ein großer Vorteil von Time-Sampling-Verfahren ist die hohe Objektivität.

Hinsichtlich der zu analysierenden Verhaltensweise, einhergehend mit entweder einzeltier- oder gruppenbezogener Erfassung, können weiterhin differenzierende Beobachtungsmethoden angewendet werden.

2.3.4 Hilfsmittel zur Erfassung von Tierverhalten

Für die Erfassung von Verhalten steht durch den technologischen Fortschritt ein weites Feld an technischen Hilfsmitteln zur Verfügung, welche die klassische Direktbeobachtung immer besser ergänzen und ersetzen können (Tabelle 9). WECHSLER (2000) gibt jedoch zu bedenken, dass bei Einsatz von technischen Hilfsmitteln der Kontakt zum Tier verloren geht. Zudem haben die Vorteile von Direktbeobachtungen wie der Erfassung von Randbedingungen, dem veränderbaren Blickwinkel und der Reaktion auf Unerwartetes mit allen menschlichen Sinnen und intuitivem Erfassen weiter Gültigkeit (WECHSLER 2000). Die Direktbeobachtung erbringt schließlich viele und genaue Informationen (KAPPELER 2006). Daher basieren viele Untersuchungen auf dieser Vorgehensweise (BEA et al. 2003,

DAY et al. 2001, FRASER et al. 1991, GUY et al. 2002, PFLANZ et al. 2005, u.a.).

Die Technik hilft aber in jedem Fall, Nachteile wie den Einfluss des Beobachters auf das Tier samt der Subjektivität in seiner Beobachtung, die begrenzte, zu beobachtende Tierzahl und die körperliche Ermüdung des Beobachters auszugleichen (BEA 2004, PFLANZ et al. 2005). Es bieten sich z.B. Videobeobachtungen besonders dort an, wo schnelle und kurze Verhaltenssequenzen zu erwarten sind (KAPPELER 2006). Der Einfluss von subjektiven Bewertungsmaßstäben kann letztlich zu einer positiven als auch negativen Veränderung der Aussagefähigkeit von Beobachtungen führen (HARTUNG 2001).

Tabelle 9: Ausgewählte technische Hilfsmittel zur Erfassung von Tierverhalten

Hilfsmittel	Datentyp		Tiererfassung			Datenübertragung zu Speicher			aktiver Empfänger	Ergänzung/ Anwendung
	analog	digital	individuell	mit Sender	ohne Sender	Kabel	Funk	Netzwerk		
Responder/ Transponder		X	X	X			X		X	- Erkennungsstelle in Tiernähe notwendig
Foto	X	X			X	X				- Serienbildfunktion - Intervalltimer
Videokamera	X	X			X	X	X	X		- Nachtsicht-/ Infrarotsensor - verschiedene Videoformate und -qualitäten - Videotracking z.B. Reflexfolien zur Lauf-/ Bewegungsmusterbestimmung
GPS-Ortung		X	X	X			X	X		- Genauigkeit ca. 10 cm - Kontakt zu mindestens 4 Satelliten notwendig
Radar		X	X	X			X		X	- Mehrere Empfänger müssen Beobachtungsgebiet abdecken - Metall/ Stalleinrichtung führt zu Empfangsproblemen
Mikrofon	X	X			X	X	X		X	- Störgeräusche beeinflussen leicht Datenstruktur
Wiege-einrichtung		X	X*	X	X	X	X			- für Grob- und Konzentratfutter - Körpergewicht - Genauigkeit ca. 10g
Pedometer/ Datenlogger		X	X	X			X		X	- Analyse von Aktivitäts- und Ruhe-/ Liegephasen - Temperatur (am Tier/ im Tier) - Erfassungsintervall z.T. variabel einzustellen
Pulsuhren		X		X			X		X	- z.B. POLAR-Uhr zur Herzfrequenzmessung

*bei Respondereinsatz

Quelle: BESSEI 2006, BOGNER 1984, HARTUNG 2001, MARX et al. 2000, PANDORFI et al. 2005, SCHEIBE et al. 1998, SCHÖN et al. 2003, WECHSLER 2000, u.a.

Der überwiegende Teil der Untersuchungen zur Erfassung von Tierverhalten beruht auf der visuellen Beobachtung (BEATTIE et al. 1995). Meistens werden Videoaufnahmen oder

Einzelbildfolgen zeitgesteuerter Kameras angewendet (APPLE et al. 1992, BEATTIE et al. 2001, BRAUN et al. 1993, BOLHUIS et al. 2005, DAY et al. 2001, DURRELL et al. 2004, ELKMANN et al. 2007, GIFFORD et al. 2006, u.a.). Die Beobachtungsdauer der Untersuchungen liegt bei Direktbeobachtungen zwischen 16-80 Stunden und bei Videoanalysen bei bis zu 720 Stunden. Ein Vergleich von Untersuchungen mit visuellen Beobachtungsmethoden wird häufig dadurch erschwert, dass in der Vorgehensweise der Beobachtungen ein insgesamt sehr inhomogenes Bild festzustellen ist (DE AZEVEDO et al. 2007).

Es werden auch Lichtschranken oder Infrarot-Sensoren zur Erfassung der Bewegungsaktivität eingesetzt (PANDORFI et al. 2005, WECHSLER 2000). GPS-Ortungssysteme oder auch die Nutzung von Lautäußerungen von Tieren als non-invasiven Bioindikator sind in der Entwicklung bzw. werden zu Forschungszwecken genutzt (JAHNS 2006, MANTEUFFEL et al. 2004, MARX et al. 2000). Halsbandtransponder dienen in der Milchviehhaltung schon seit den 70er Jahren in großem Umfang erfolgreich zur Tieridentifikation. Inzwischen werden verbreitet auch international standardisierte Transponder in Form von elektronischen Ohrmarken, injizierbaren Transpondern, Bolus-Transpondern eingesetzt (SCHÖN et al. 2003).

KLINDTWORTH et al. (2004) stellen für im Ohrappen applizierte Transponder (23 x 3,0 mm) eine Verlustrate von 50 % und für die kleinere Transpondergröße (12 x 2,1 mm) eine Erkennungsrate von nur 72,7 % fest. Die größeren Transponder haben eine gleich hohe Verlustrate, jedoch werden sie zu 100 % erkannt (KLINDTWORTH et al. 2004). BABOT et al. (2006) verzeichnet dagegen eine Verlustrate von lediglich 2,3 % bei einer Lesbarkeit von >96 %. Die geringsten Verluste und die beste Erkennungsrate werden mit in der Bauchhöhle applizierten Transpondern erreicht (BABOT et al. 2006, KLINDTWORTH et al. 2004, SPIESSL-MAYR et al. 2005).

Nur wenige Untersuchungen nutzen Anlagen mit der Möglichkeit zur operanten Konditionierung (KRETSCHMER et al. 1993, PEDERSEN et al. 2005, RASMUSSEN et al. 2005) oder für Backtests (VAN ERP – VAN DER KOOIJ et al. 2003, HESSING et al. 1993, WELLOCK et al. 2003).

Mikroelektronik und Informationstechnologie bieten zudem neue Ansätze, kostengünstige, automatisch lesbare Transponder zur Einzeltiererkennung mit zusätzlichem Schreib-/Lesespeicher und der Integration von Sensoren (z.B. Temperatur) und speziell entwickelte Telemetriesysteme wie ETHOSYS zu entwickeln und einzusetzen (NÄÄS 2002, SCHEIBE et al. 1998, SCHÖN et al. 2003). ZONDERLAND et al. (2003) etwa entwickelten einen „Spiel-

Sensor“ in Form eines Galgens mit Messvorrichtungen, um Auseinandersetzungen des Tieres mit einem horizontal oder vertikal angebrachten Beschäftigungsgegenstand zu messen. Das Gerät verlangt eine Kalibrierung, damit die physischen Eigenschaften von verschiedenen Gegenständen und das Verhältnis zwischen zufälligen und absichtlichen Kontakten unterschieden werden kann.

Die Auswertung von optischen Bild- und Videoaufzeichnungen als das der Direktbeobachtung am nächsten stehende Hilfsmittel, gestaltet sich meist als ein sehr zeitaufwändiges und kompliziertes Unterfangen. Eine vereinfachte Auswertung des umfangreichen Videomaterials wird durch das Unterteilen der Bucht in Planquadrate und eine Klassifizierung von Verhaltensweisen erreicht (HESSE et al. 1993, JACKISCH et al. 1996). Selbständig arbeitende Auswertungsprogramme befinden sich in der Entwicklung, erreichen aber bei Nutztieren noch nicht die notwendige Genauigkeit (COSTA et al. 2007, MANGOLD 2007, NOLDUS 2007, TILLET et al. 1997). Meist kommt es nur zu einer Verlagerung des Zeitaufwandes von der Direktbeobachtung am Beobachtungsort vor den Bildschirm, so dass sich der Zeitaufwand für die Beobachtung selbst nur geringfügig reduziert (BESSEI 2006, COSTA et al. 2007, HARTUNG 2001).

Im Gegensatz zu den optisch erfassten Daten liegen bei den meisten anderen Hilfsmitteln die aufgezeichneten Informationen zu den Tieren schon in digital auswertbarer Form vor. Durch die häufig sehr umfangreichen Datensätze gilt es, hier eine Verbesserung des Datenmanagements vorzunehmen. Dabei sind folgende Schritte notwendig (SCHÖN et al. 2003):

- geeignete Filterung, Plausibilitätsprüfung und graphische Aufbereitung der anfallenden Informationen
- Datenbanksysteme mit Verknüpfungen zu Zielfunktionen und Begleitparametern
- Erstellen von mathematischen "Tiermodellen", die es ermöglichen, Rahmenbedingungen und Managemententscheidungen zu steuern.

2.4 Die Modellierung von Verhalten und die Bewertung von Tiergerechtigkeit bei Nutztieren

Mit der Modellierung von Tierverhalten besteht die Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge vereinfacht und mit allgemeiner Gültigkeit darzustellen. Um einen Vergleich mit dem im weiteren Verlauf entwickelten Modell geben zu können, sollen an dieser Stelle einige ausgewählte Modellansätze zur Beschreibung von Tierverhalten und Wohlbefinden aufgezeigt werden.

2.4.1 Die Tiergerechtigkeit in Haltungssystemen

Tiergerechtigkeit und Wohlbefinden bei Tieren lassen sich über unterschiedliche Aspekte wie das Haltungssystem, durch tierbasierte (Leistungs-)Parameter oder auch das Verhalten und das Aussehen der Tiere beschreiben und definieren. Für eine vereinfachende Darstellung und Bewertung der komplexen Teilaspekte in der Beschreibung von Wohlbefinden sind daher diverse Modellansätze entworfen worden. Im Folgenden wird beispielhaft eine Auswahl mit dem Schwerpunkt Schwein erläutert.

Um den Aufwand eines Tieres zu beurteilen, den es bereit ist, auf sich zu nehmen, um eine Ressource zu bekommen, nutzt DAWKINS (1990) die mikroökonomische Konsumenten-nachfrage-Theorie („consumer demand studies“). KRETSCHMER et al. (1993) prüfen bei Schweinen mit Hilfe der operanten Konditionierung quantitativ die Nachfrageelastizität nach alternativen Einstreumaterialien zu Stroh. Es konnten damit Unterschiede herausgearbeitet werden, die jedoch nicht signifikant ausfielen. Für Futter ermitteln MATTHEWS et al. (1994) eine unelastische, für Türöffnung in einen Außenbereich eine elastische Nachfrage. Der Kontakt zu einem Sozialpartner erbringt ein Ergebnis zwischen den zuvor genannten. Die Elastizität der Nachfrage-Funktion kann somit verwendet werden, um die relative Bedeutung von verschiedenem Verhalten zu bewerten. Dabei ist jedoch sicherzustellen, dass die experimentellen Gegebenheiten gültige Daten zur Schätzung der Elastizität der Nachfrage ermöglichen (JENSEN et al. 2004).

BARTUSSEK (2000) schlägt für die Erfassung des Wohlbefindens bei Nutztieren die Bildung eines Tiergerechtigkeitsindex (TGI) vor. Dafür werden Indikatoren des Haltungssystems wie Bewegungsmöglichkeiten, Sozialkontakt, Bodenbeschaffenheit, Stallklima und Betreuungsintensität qualitativ und quantitativ in mehreren Stufen bezüglich der Tiergerechtigkeit benotet. Die Summe der Bewertungszahlen ergibt dann den TGI unter Berücksichtigung von Mindestanforderungen in den einzelnen Bereichen. Es stellt sich hier jedoch das Problem der subjektiven Bewertung, der Höhe der Mindestanforderungen und wie

viele Abweichungen vom Normalverhalten sind zulässig und können durch einen anderen Indikator ausgeglichen werden – wo ist die Grenze zwischen gut und schlecht?

Wenn sich gute und schlechte Parameter wie in diesem Modell aufheben können, so sollte man sich direkt nur auf das Tier selbst konzentrieren, anstatt indirekte Parameter zu nutzen (WEMELSFELDER et al. 2001). Daher wird hier vorgeschlagen, keine Messungen durchzuführen und Verhalten zu quantifizieren sondern das Verhalten qualitativ zu betrachten: das “Free Choice Profiling model” (FCP).

BRACKE et al. (2004) entwickelten zur operativen und strategischen Unterstützung des Managements aus in der Literatur beschriebenen Daten zum Schwanzbeißen in 28 verschiedenen Haltungssystemen ein „Decision Support Systems“ (DSS) mit dem Namen *Pigtail*. Als Ergebnis wird ein Risikoscore ausgegeben. Das System ist offen und kann durch das Einpflegen neuer Erkenntnisse und weiterer Betriebs- und Managementdaten ein nützliches Instrument sein.

Die Komplexität der Einschätzung tierischen Wohlergehens wird von keinem dieser drei einzelnen Modellansätze erreicht. Daher schlägt AERTS et al. (2006) ein Kombinationsmodell vor, dass die drei Grundelemente impliziert: die klassische Analyse des Wohlbefindens in Haltungssystemen, eine Bewertung des Tierhalters und eine Einschätzung des Tierverhaltens. Diese neue Matrix, bestehend aus den TGI-, DSS- und FCP-Elementen, gibt nicht vor, besser als andere Systeme zu sein, sondern integriert bestehendes Wissen (AERTS et al. 2006).

Einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt auch das für Schweinehaltungssysteme entwickelte Modell der Critical control points (CCP) - critical management points (CMP) (VON BORELL et al. 2001). Dieses Modell orientiert sich an dem in der Lebensmittel verarbeitenden Industrie angewendeten HACCP-Konzept und beinhaltet wissenschaftlich begründete kritische Kontrollpunkte (CCP) zur Bewertung von Haltungssystemen in den Kategorien Gesundheit, Verhalten, Management und Umwelteinfluss.

BUCHHOLTZ et al. (1998) schlagen ähnlich wie beim TGI einen Kriterienkatalog vor, der jedoch ausschließlich zur Bewertung von gestörtem Verhalten konzipiert ist und auf sechs entscheidenden Kriterien beruht, die für erhebliches Leiden gewertet werden müssen. Diese Kriterien sind die tagesperiodischen Aktivitätsmuster, Stereotypien, Komfortverhalten, Exploration, Spiel und Apathie.

Einen mathematischen Ansatz der Modellbildung verfolgte RUTHERFORD et al. (2004) im Einsatz der Fraktalanalyse zur weiteren Untersuchung von 'verborgenen' Informationen einer mit traditionellen Mitteln analysierten Zeitreihe. Der Vorteil der Fraktalanalyse ist, dass sie

auf einfache Verhaltensübergänge angewandt werden kann und dadurch den subjektiven Einfluss reduziert.

Die Spektralanalyse ist ebenfalls ein wichtiges mathematisches Werkzeug, um Zeitreihendaten von Tierverhalten auf Periodizität hin zu untersuchen (FORREST et al. 1994). Wegen ihrer Einfachheit wird die diskrete Fourier-Transformation meist für die Spektralanalyse von zeitlichen Verhaltensmustern von Tieren verwendet.

MADSEN et al. (2005) können aus dem einzeltierbezogenen Verhalten der Wasseraufnahme mittels eines Dynamischen Linearen Modells (DLM) (mit 3 harmonischen Komponenten) einen Tag vor Ausbruch Krankheiten vorhersagen.

Auf den Faktor „Sozialer Stress“ und seinen Einfluss auf die biologischen Leistungen geht WELLOCK et al. (2003) ein. Die Ziele sind hier, die Wirkungen der sozialen Hauptstressfaktoren wie Gruppengröße, Raumangebot, Fressplatzbreite und Gruppenzusammensetzung zu quantifizieren und diese Beziehungen in einem allgemeinen Wachstumssimulationsmodell zu vereinigen. Dafür wird ein „backtest“ wie bei HESSING et al. (1993) beschrieben angewendet. Aufgrund der Scores ist es möglich, die Futteraufnahme und die Zunahmen von wachsenden Schweinen vorauszusagen. VAN ERP – VAN DER KOOIJ et al. (2003) haben schließlich mit einem „backtest“ die individuelle Verhaltensantwort auf Stress gemessen: Tiere mit einem hohen *score*, d.h. aktive Tiere, neigen dazu, schneller zu wachsen und einen magereren Schlachtkörper zu haben.

2.4.2 Ermittlung von Rhythmen und Bouts

Das Futteraufnahmeverhalten hat in der Analyse von Rhythmen eine besondere Bedeutung. Die meisten Tierarten zeichnen sich in ihrer Verhaltensweise zur Futteraufnahme dadurch aus, dass eine Mahlzeit nicht aus einer durchgehend durchgeführten Aktion besteht, sondern aus mehreren Phasen der reinen Futteraufnahme und Pausen, ein sog. *meal* bzw. *bout*. Ein *bout* als modellierte zusammengefasste Einzelhandlungen der gleichen Art wird durch das Verhalten selbst begonnen. Die Dauer des Intervalls ist dann durch das Pausenintervall definiert. Die Pausen können von einigen wenigen Sekunden bis zu mehreren Minuten andauern, d.h. alle Pausen, die größer als sind als das willkürlich festgelegte Intervall, das Mahlzeitenkriterium, trennen die *bouts*. Zur Bestimmung der Größe des Intervalls innerhalb einer Fressperiode von Intervallen zwischen Fressperioden können verschiedene Modellansätze herangezogen werden (TOLKAMP et al. 1998, HARMS 2005).

Durch eine Survivorship Funktion, bei welcher auf der y-Achse die (meist logarithmierte) Häufigkeit der Intervalle zwischen zwei Futteraufnahmen ($< t$) gegen die Intervalllänge t auf

der x-Achse aufgetragen wird, ist ein einfaches und effektives Verfahren zu Bestimmung des Mahlzeitenkriteriums (BESSEI 2006, HARMS 2005). An den markanten Punkten mit veränderter Steigung einer solchen Kurve lassen sich dann von Hand die Mahlzeitenkriterien erster, zweiter und dritter Art festlegen und ablesen, dabei jedoch ausreichend genau. Die Spannweite der klassifizierten Pausenlänge ist je nach Tierart und Untersuchungsschwerpunkt individuell zu ermitteln (BESSEI 2006).

Eine andere Möglichkeit besteht in der graphischen Darstellung einer Häufigkeitsverteilung (frequency curve) der (logarithmierten) Anzahl Futteraufnahmen über den zeitlichen Abstand zwischen zwei Futteraufnahmen (TOLKAMP et al. 1998). Problematisch ist dabei, dass für die Analyse dieser zeitliche Abstand zwischen zwei Futteraufnahmen in Intervalle eingeteilt werden muss, was das Ergebnis beeinflusst (SILBY et al. 1990).

Die genannten Häufigkeitsverteilungen lassen sich zur präzisen Berechnung der Intervalllänge durch zwei oder mehr sich überlagernde (Exponential-) Funktionen darstellen. Grundlegende Annahme ist dabei, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Futteraufnahme unabhängig von dem Zeitpunkt der letzten Futteraufnahme ist und sich die Häufigkeitsverteilungen daher wie negative Exponentialfunktionen verhalten. Nach TOLKAMP et al. (1998) ist diese Annahme jedoch als kritisch zu betrachten, da eine erneute Futteraufnahme nach einer abgeschlossenen Fressperiode aufgrund der Sättigung des Tieres unwahrscheinlicher ist als nach einer langen Zeit ohne Futteraufnahme. TOLKAMP et al. (1998) erweitert daher den Ansatz der Funktionen, indem die Häufigkeiten über den logarithmierten Intervalllängen aufgetragen werden und dann möglichst genau, durch die Addition von zwei Verteilungen die jeweils einer Gaußschen Glockenkurve entsprechen, einen Schnittpunkt erzeugen. In weiteren Untersuchungen (TOLKAMP et al. 1999) ist das Konzept durch eine Logarithmus-Transformations-Funktion zur Anpassung an die gefundenen Häufigkeitsverteilungen weiter verbessert worden.

3 Zielstellung

Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, mit der hier entwickelten Untersuchungsmethodik mittels eines sensorgestützten Systems verschiedene objektiv messbare Verhaltensreaktionen von Schweinen zu erfassen. Aus dem gezeigten Tierverhalten werden dann essentielle Ansprüche und Toleranzen von Schweinen an bzw. gegenüber Beschäftigung ermittelt. Der dafür verwendete Versuchsaufbau soll im Vergleich zu üblichen Kurzzeitanalysen eine permanente Erfassung von Verhaltensabläufen bei Schweinen über den gesamten Haltungszeitraum ermöglichen. Dies erfolgt durch Anwendung einer elektronischen Identifikation, die Aufenthaltsort, -dauer und -frequenz von jedem Tier erfasst.

Mit der vorgenommenen Versuchsanstellung werden folgende Ziele verfolgt:

- **Bestimmung des Präferenzverhaltens:** Der Schwerpunkt liegt in der Analyse der Bedeutung von Beschäftigungsangeboten für Schweine. Die Präferenz für die Segmente eines Haltungssystems durch die Frequenz der Besuche und die Aufenthaltsdauer der Tiere in den Teilsegmenten des Haltungsraumes Beschäftigung, Ruhen und Nahrungsaufnahme soll erfasst werden. Durch eine zeitweilig unterbrochene Erreichbarkeit des Beschäftigungsbereiches sollen der Umfang der Affinität und Informationen zum diesbezüglichen Adaptationsprozess der Schweine gewonnen werden. Die Kompensationsmöglichkeit einer alternativen Umweltgestaltung soll beurteilt werden.
- **Modellierung von Verhaltensmerkmalen:** Es soll für die objektive Bewertung von Tierreaktionen aus den Parametern Nutzungshäufigkeit und Aufenthaltsdauer ein Modell entwickelt werden. Dies soll eine vereinfachte Darstellung des tierindividuellen Präferenzverhaltens, der Affinität und Kompensation in Indexform ermöglichen.

Die aus dem Versuch gewonnenen Erkenntnisse sollen Aussagen darüber zulassen, welche Varianz Präferenz und Affinität aufweisen. Daher werden die Parameter Präferenz, Affinität und Kompensation hinsichtlich ihrer gruppenbezogenen Durchschnittswerte und ihrer Variabilität analysiert und bewertet.

4 Material und Methode

4.1 Informationen zu den Versuchstieren

Für den ersten Versuch wurden am 26.05.2004 22 Schweine mit einem durchschnittlichen Gewicht von 23,3 kg eingestallt. Das Einstallen wurde nach dem wöchentlich durchgeführten Wiegen und dem Einziehen der Responder vorgenommen. Die Mastschweine befanden sich während der gesamten Mastzeit, d.h. von der Einstallung bis zum Erreichen des Mastendgewichtes, in der Versuchsanlage. Tiere, die das Endgewicht früher erreichten, wurden zum entsprechend früheren Zeitpunkt der Schlachtung zugeführt. Am 13.09.2004 wurden die letzten Tiere geschlachtet. Das mittlere Schlachtgewicht betrug 115,5 kg.

Am 04.04.2005 begann mit 22 Schweinen und einem durchschnittlichen Gewicht von 26,5 kg der zweite Versuchsdurchgang. Der letzte Schlachttermin war hier der 19.07.05. Im Mittel erreichten die Schweine ein Schlachtgewicht von 111,5 kg (Anhang 1).

Es handelte sich jeweils um Ferkel der Muttersauen, welche in der Versuchsstation des Institutes für Nutztierwissenschaften gehalten wurden. Daher waren sowohl reinrassige, als auch Kreuzungstiere in den zwei Versuchsdurchgängen zu finden. In beiden Fällen kamen die Versuchstiere aus drei Würfen in einem Abferkelzeitraum von vier bzw. fünf Tagen (Anhang 2, Anhang 3).

Unter Berücksichtigung des mittleren Gruppengewichtes der Mastschweine wurde das Futter bei ca. 23 kg Lebendgewicht über mehrere Tage hinweg von Ferkelaufzuchtfutter zunächst auf das Alleinfutter I und bei ca. 50 kg Lebendgewicht auf das Alleinfutter II umgestellt (Anhang 4, Anhang 5, Anhang 6). Während der Umstellungsphasen zwischen den Futtermitteln wurde das Futter vor dem Einfüllen in die Vorratsbehälter der Futterautomaten vermischt.

4.2 Die sensorgestützte Erfassung von Verhaltensmerkmalen

4.2.1 Übersicht zur Versuchsanlage

Die Versuche für dieses Projekt fanden auf der Versuchstation des Institutes für Nutztierwissenschaften der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin in Berlin-Dahlem statt.

Den Schweinen wurden in dieser Versuchsanstellung vier abgegrenzte Aufenthaltsbereiche (A bis D) unterschiedlicher Ausstattung und Funktion in ihrem Haltungsumfeld zur Verfügung gestellt (Abbildung 1). Neben einem geschützten Bereich Ruhen/ Liegen (C) konnten die Tiere noch einen Bereich zur Nahrungsaufnahme (A) und zwei Bereiche zur Beschäftigung (B und D) aufsuchen. Kern der für unterschiedliche Ausrichtungen flexibel gestalteten Versuchsanlage waren sechs Durchgangstore, zwei Futterautomaten und zwei Tränken

(BÖRGERMANN et al. 2007 a, RUS et al. 2007). Diese zehn Elemente waren jeweils mit einer Tiererkennung versehen. Die individuelle elektronische Identifizierung der einzelnen Schweine wurde über Ohr-Responder gewährleistet. Direkt an der Beschäftigung war keine Tieridentifikation vorhanden. Die Besuche in den Beschäftigungsbereichen waren somit potentielle Besuche zur Befriedigung des Beschäftigungsbedürfnisses.

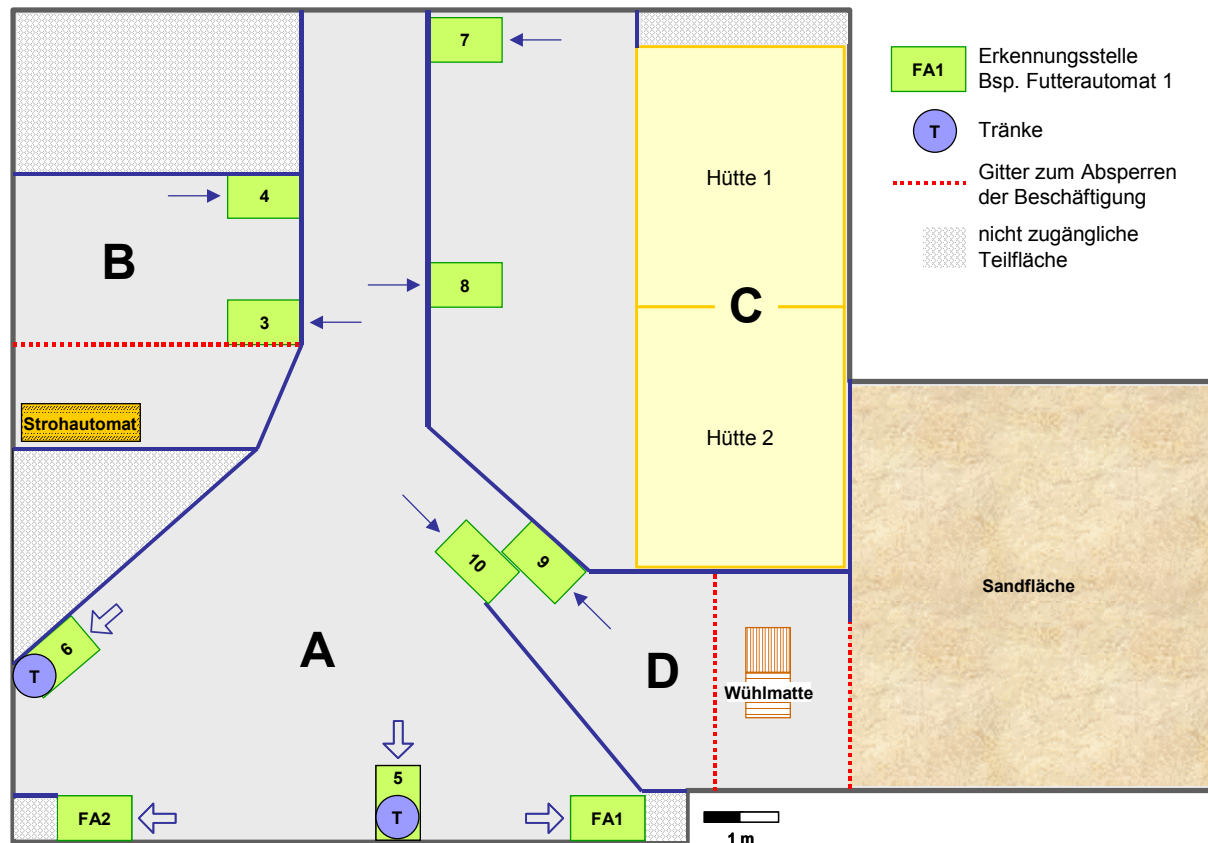


Abbildung 1: Skizze der Versuchsanordnung

Die vier durch die Durchgangstore voneinander abgetrennten Bereiche waren analog der Bezeichnung ihrer Eingangs- und Ausgangstore mit folgenden Ziffern und Abkürzungen benannt (Tabelle 10).

Die Versuchsanlage befand sich im Freien. Zum Schutz der Tiere vor zu starker Sonneneinstrahlung erfolgte die Montage von zwei Schattennetzen aus UV-stabilisiertem HD-Polyester. Der Hersteller (GALEBREAKER) garantiert eine Schattenspendung von 70 %. Der auf die Schweine wirkende Hitzestress ließ sich somit bei entsprechend hohen Außentemperaturen auf die auch in geschlossenen Systemen herrschenden Größenordnungen reduzieren. Insgesamt stand den Tieren eine Fläche von 102 m² im ersten bzw. 81,6 m² im zweiten Versuchsdurchgang zur Verfügung. Der Platzbedarf im geschützten Liegebereich der Hütten orientierte sich an den Vorgaben der Tierschutznutztierhaltungsverordnung für die Haltung von Schweinen. Die dort veranschlagte Fläche gilt als Gesamtflächenangebot für

jedes Schwein, während sie hier im Versuch als reiner Liegebereich fungierte (Anhang 8, Anhang 9).

Tabelle 10: Bezeichnung und Funktion der 10 Erkennungsstellen in der Versuchsanordnung

Erkennungs- stelle	Abkürzung Ergebnisse	Funktion der Erkennung	
		Versuch 1	Versuch 2
1	FA 1	Futterautomat 1 in Bereich A	Futterautomat 1 in Bereich A
2	FA 2	Futterautomat 2 in Bereich A	Futterautomat 2 in Bereich A
3	Bereich A	Verlassen Bereich A zu Strohautomat	Verlassen Bereich A zu Strohautomat
4	Bereich B	Verlassen Bereich B Strohautomat (SA)	Verlassen Bereich B Strohautomat (SA)
5	WS 5	Tränke 5 in Bereich A	Tränke 5 in Bereich A
6	WS 6	Tränke 6 in Bereich A	Tränke 6 in Bereich A
7	Bereich C	Verlassen Ruhebereich C	Verlassen Ruhebereich C
8	Bereich A	Verlassen Bereich A in Ruhebereich C	Verlassen Bereich A in Ruhebereich C
9	Bereich A	Verlassen Bereich A in Sandauslauf	Verlassen Bereich A zur Wühlmatte
10	Bereich D	Verlassen Bereich D Sandauslauf (S)	Verlassen Bereich D Wühlmatte (WM)

Der Laufuntergrund war ausgenommen der anteiligen Sandfläche (20,5 m²) im Bereich D befestigt.

4.2.1.1 Durchgangstore

Die verwendeten Durchgangstore haben an einer Seite eine Gittertür. Die Schließbewegung des Torelements wurde durch einen Druckluftzylinder erreicht, so dass die Schweine das Tor nur in eine Richtung passieren konnten. Erzeugt wurde die benötigte Druckluft über einen Kompressor. Mit steigenden Tiergewichten wurde auch eine Anpassung des Luftdruckes zur Erhöhung des Widerstandes an den Durchgangstoren notwendig. Dies ermöglichte, die Passagegeschwindigkeit der Schweine zu reduzieren. Der Widerstand, den die Schweine aufbringen mussten, um die Durchgangstore zu passieren bzw. den Zylinder auseinander zu schieben, wurde zentral über ein Ventil eingestellt.

In den Toren war in Laufrichtung rechts eine Einrichtung zur Tiererkennung befestigt. Mittels Voruntersuchungen wurde eine Positionierung der Erkennungsplatten direkt hintereinander auf dem Boden aufsetzend und so weit wie möglich in Richtung Toröffnung positioniert als optimal festgestellt (BÖRGERMANN et al. 2005). Die Anschläge der Tore waren zudem einheitlich auf einer Seite angebaut. Zuletzt wurde noch eine variabel zu verstellende Metallplatte (60cm x 100cm) in den Durchgang angebracht. Mit diesem Maßnahmenkatalog wurde schließlich die Passagegeschwindigkeit der Schweine verlangsamt, eine kurze Entfernung zur Erkennung während der Torpassage erreicht und letztlich eine gute Datenerfassung garantiert (Anhang 7). Eine weitere Optimierung des ungehinderten Tierverkehrs gelang durch die Montage von 16,5 cm hohen Bügeln in den Bodenbereich der

Tore. Die Tiere konnten sich somit nicht mehr in die Tore legen und dadurch ein Tor blockieren (Abbildung 2).



Abbildung 2: Durchgangstor nach den Umbaumaßnahmen

4.2.1.2 Datenübertragung und Prozessrechner

Alle Schweine in der Versuchsanordnung haben im rechten Ohr einen Responder getragen, der eine individuelle elektronische Identifikation ermöglicht. Der von einem Responder an einer Erkennungsstelle erzeugte Impuls wurde über einen Zwischenspeicher zum Prozessrechner weitergeleitet. Dieser stand geschützt in einem Raum der Versuchsstation. Ein integrierter Zwischenspeicher schützte vor kurzzeitigem Datenverlust.

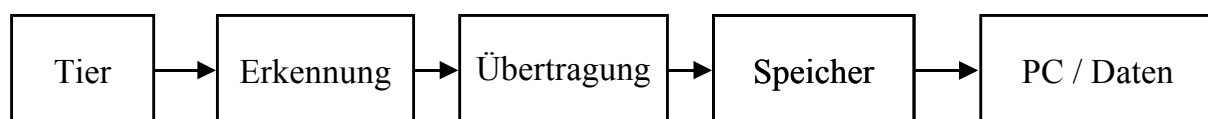


Abbildung 3: Abfolge der Datengewinnung

Auf dem Rechner war ein Programm installiert, dass die Respondernummer mit der zuvor eingegebenen Tiernummer verbindet. Die entsprechenden Kontakte mit den Erkennungsstellen wurden in Listenform analog dem Zeitpunkt ihrer Entstehung als tagspezifische Textdatei jeweils um 0:00:01 Uhr des Folgetages abgespeichert.

Tabelle 11: Datenstruktur einer Tagesdatei am Beispiel CS050404 und die im weiteren Verlauf verwendeten Abkürzungen der entsprechenden Spalten

Tiernummer	Responder-nummer	Nummer Erkennungsfeld	Anfangsgewicht Futterautomat	Endgewicht Futterautomat	Gewichtsdifferenz	Erkennungszeit Anfang	Erkennungszeit Ende	Zeitdifferenz
Tier	TranNr	Tor	FutterAnf	FutterEnde	FutterAuf	ZeitAnf	ZeitEnde	Verweil
45	19861949	7	0.00	0.00	0.00	00:27:59	00:28:00	0.01
45	19861949	1	8.22	8.13	0.09	00:28:19	00:33:37	5.18

Eine Tagesdatei enthielt die in Tabelle 11 dargestellten Informationen. In der grau unterlegten Zeile der Tabelle 11 sind die in der weiteren Datenverarbeitung genutzten Kürzel für die entsprechenden Spalten aufgeführt.

4.2.2 Bereich A - Nahrungsaufnahme

Das im Versuch als Bereich A benannte Areal enthielt zwei Futterautomaten (FA 1 und FA 2) und zwei Tränkestellen (WS 5 und WS 6), die den Schweinen zur freien Verfügung standen. Die Anordnung und Ausstattung der Bereiche war in beiden Versuchsdurchgängen identisch. Die gesamte Fläche des Bereiches A betrug 33 m².

4.2.2.1 Futterautomaten

Als Futterautomaten (FA) sind zwei Einheiten der Baureihe IVOG (Individual Feed Intake Under Group Housing) der Firma INSENTEC B.V. mit individueller Tiererkennung verwendet worden (Abbildung 4).

Das ad-libitum zur Verfügung stehende Futter fiel durch einen der Dribbelfütterung ähnlichen Mechanismus in die Futterschale. Die Veränderung der Masse und damit die Futteraufnahme eines Tieres während eines Besuches zur Futteraufnahme wurde mit der Respondernummer des Tieres verbunden und gespeichert. Ein Besuch je Tier war beendet, wenn länger als 10 Sekunden kein Responder registriert oder aber ein neuer Responder erkannt wurde. Eine individuelle Beschränkung der aufgenommenen Futtermenge war nicht möglich.



Abbildung 4: Futterautomat IVOG der Firma INSENTEC B.V. (Front- und Seitenansicht)

An den Futterautomaten wurden Informationen über aufgenommene Futtermenge und Frequenz, Sequenz und Dauer der Futteraufnahme gewonnen.

4.2.2.2 Tränkeeinrichtungen

Die Tränken (WS) in diesem Versuch waren eine Kombination aus den zwei Modulen Beckentränke und Durchgangstor (Abbildung 5).

Die Wasseraufnahmeeinrichtung bestand aus einer Beckentränke für Schweine. Für eine

einwandfreie Funktionsfähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen waren die Zuleitungen bis zum Tränkebecken isoliert und beheizt. Die Wasseraufnahme erfolgte ad-libitum.



Abbildung 5: Eingangsansicht Tränke mit Tiererkennung

Über die Tränke ist zur Erfassung der Tränkedauer, -sequenz und -frequenz ein Durchgangstor ohne Türelement gestellt worden.

4.2.3 Bereich B - Beschäftigung

Als Angebot im Bereich B stand den Schweinen in beiden Versuchen Stroh in einem so genannten „Strohautomaten“ (SA) in unbegrenzter Menge zur Verfügung. Der Strohautomat war ein umgebauter Futterautomat (145 x 72 x 48 B x H x T in cm) aus Edelstahl mit integriertem Vorratsbehälter. Das Nachfüllen von Stroh in den Vorratsbehälter erfolgte nach Bedarf mit frischem, trockenem Weizenstroh, so dass die Schweine aus dem maximal geöffneten Schlitz der Dosiereinrichtung das heraushängende Stroh ziehen konnten. Eventuelle Verstopfungen wurden während der Kontrolle von Hand behoben. Für einen verbesserten Nachfluss wurde das Stroh mittels eines Strohhackslers auf 10-15 cm Länge eingekürzt. Die Gesamtfläche dieses Bereiches betrug 10,5 m².

4.2.4 Bereich C - Ruhebereich

In diesem Bereich konnten die Schweine einen geschützten Rückzugsbereich aufsuchen. Zwei Hütten standen dafür auf einer befestigten Fläche direkt nebeneinander und miteinander verbunden mit der Stirnseite entgegen der Hauptwetterrichtung. Die Hütten waren aus 20mm starken geleimten Holzplatten gefertigt, welche durch einen Rahmen aus Profileisen verstärkt waren. Die Dacheindeckung war isoliert. Der Fußboden lag auf 80 mm Kanthölzern und bestand aus 25 mm dicken Holzbrettern.

Die Grundfläche jeder Hütte betrug ca. 3,1 m x 2,3 m (7,1 m²). Zu Beginn der Mast stand den Schweinen nur eine Hütte als Ruhezone zur Verfügung (0,32 m²/Tier). Dadurch sollte ein ausreichendes Temperaturniveau in der Hütte gewährleistet werden. Bei Erreichen eines

mittleren Gruppengewichtes von 60 kg je Schwein wurde ein Teil der Trennwand zwischen den zwei Hütten entfernt, um dem erhöhten Platzbedarf der Schweine gerecht zu werden ($0,64 \text{ m}^2/\text{Tier}$). Eine angemessene Temperatur wurde auch in diesem Gewichtsabschnitt durch die Wärmeproduktion der Schweine erreicht. Nach dem Öffnen der zweiten Hütte stand ein großer einheitlicher Haltungsraum zur Verfügung.

Um einen besseren Luftaustausch zu erreichen und beim Herein- bzw. Herauslaufen der Schweine die Ruhe weniger zu stören, waren die Hütten weniger tief als breit gestaltet. Der Eingang / Ausgang befand sich mittig an der Vorderseite. Zur Vermeidung von Zugluft war er mit Kunststoffstreifen verhängt, die sich bei warmen Temperaturen auch entfernen ließen. Oberhalb des Schlupfloches befand sich eine über die ganze Breite der Hütte stufenlos zu verstellende Klappe aus Plexiglas (25cm). An der Rückseite ließ sich durch eine Schiebervorrichtung die Frischluftzufuhr über die sich unterhalb der Dachtraufe befindenden Löcher regulieren. Die Anordnung, die Klimatisierung und die Bewirtschaftung der Hütten erfolgte in beiden Versuchsdurchgängen identisch. Zum Einstellungstermin wurden die Hütten mit etwas Kurzstroh eingestreut, um den Schweinen die Hütte eindeutig als trockenen Liegebereich anzubieten. Gemäß dem Versuchsplan wurde das Stroh aus der Hütte entfernt. Die Größe des gesamten Bereiches betrug $28,8 \text{ m}^2$. Der vor den Hütten liegende Freibereich umfasste $14,6 \text{ m}^2$.

4.2.5 Bereich D - Beschäftigung

4.2.5.1 Größe und Ausstattung im Versuch 1

Im ersten Versuchsdurchgang war dieser Bereich D im vorderen Teil nach Betreten durch einen kleineren befestigten Abschnitt und im hinteren Teil durch einen Sandauslauf (S) charakterisiert. Die Mächtigkeit des Erdmaterials betrug $0,30\text{-}0,50 \text{ m}$. Der größte Teil des Sandauslaufes war durch die Krone eines angrenzenden Baumes beschattet. Eventuell auftretende starke Verschmutzungen wurden von Hand entfernt. Die Größe des Sandauslaufes belief sich auf $20,5 \text{ m}^2$. Der gesamte zur Verfügung stehende Raum betrug $29,8 \text{ m}^2$.

4.2.5.2 Größe und Ausstattung im Versuch 2

Im zweiten Versuchsdurchgang wurde bei gleicher Anordnung anstatt des Sandauslaufes im Bereich D eine speziell entwickelte Wühlmatte (WM) angeboten (Abbildung 6). Die Wühlmatte bestand ausschließlich aus leicht zu reinigenden Kunststoffteilen und einigen Metallverbindungen zur Montage und Befestigung der Einzelteile. Die Kunststoffunterlage der Wühlmatte wurde mit einem Metallrahmen auf dem Boden befestigt, damit die Schweine diese nicht entfernen konnten. Als Unterlage (Maße Breite 50cm x Tiefe 120cm x Höhe

15mm) diente eine stabile Gummimatte. Auf die Unterlage wurden schmale Kunststoffstreifen in zwei versetzten Feldern (50cm x 60cm) mit Schrauben befestigt. Die verwendeten 12 Streifen (Maße B 50cm x T 20cm x H 4mm) bestanden aus einem kunststoffummantelten Gewebe.



Abbildung 6: Wühlmatte

Unter jeden Streifen waren schließlich Kunststoffklötze (Maße 5cm x 10cm) montiert, die das gestaffelte Hochstehen der einzelnen Streifen bedingen. Die Größe des Bereiches mit der Wühlmatte betrug 10,5 m².

4.3 Die Versuchsdurchführung

Eine Beurteilung des Präferenzverhaltens der Schweine ergibt sich insbesondere aus der Frequenz und der Dauer der Nutzung der einzelnen Bereiche. Um neben der dadurch beschriebenen Präferenz auch eine Erhebung über die Affinität (Adaptationsprozess) und die Kompensationsfähigkeit der Beschäftigungsangebote zu realisieren, sind in beiden Versuchen unterschiedlich Veränderungen in der Erreichbarkeit der Beschäftigungsangebote vorgenommen worden.

Die Veränderungen bestanden in dem zeitweiligen Verschließen des Zugangs zu den Beschäftigungsangeboten (+ = zugänglich, - = nicht zugänglich). Die Schweine konnten den Bereich eines Beschäftigungsangebotes für einen Zeitraum von 1-2 Wochen dann zwar betreten, die Beschäftigung aber ist durch ein Gitter von den Schweinen getrennt, so dass sie es nicht erreichen konnten. Im weiteren Verlauf sind diese Varianten mit einer Periodenzahl von 1-10 bezeichnet. Eine neue Periode begann dabei immer um 12 Uhr. Im ersten Versuch entsprachen die gebildeten Perioden folgenden Angeboten: Zu Beginn sind in relativ schneller Folge Veränderungen vorgenommen und anschließend auf den Aspekt sich einregelnder Verhaltensrhythmen in einem langen, unbeeinflussten Zeitraum eingegangen worden (Periode 4-6) (Tabelle 12).

Tabelle 12: Aufteilung des ersten Versuch in Perioden

Perioden Versuchsdurchgang 1			
Nr. Periode	Abkürzung	Startdatum	Variante
1	-	26.05.2004	Einstellen bis Versuchsbeginn: Stroh in Hütten Sandauslauf (S) nicht zugänglich (-), Strohauslauf (SA) nicht zugänglich (-),
2	S-, SA-	29.05.2004	Versuchsbeginn Sandauslauf (S) nicht zugänglich (-), Strohauslauf (SA) nicht zugänglich (-),
3	S-, SA+	04.06.2004	Sandauslauf (S) nicht zugänglich (-), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),
4	S+, SA+	10.06.2004	Sandauslauf (S) zugänglich (+), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),
5	S+, SA+	21.06.2004	Sandauslauf (S) zugänglich (+), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),
6	S+, SA+	05.07.2004	Sandauslauf (S) zugänglich (+), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),
7	S-, SA+	19.07.2004	Sandauslauf (S) nicht zugänglich (-), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),
8	S-, SA-	02.08.2004	Sandauslauf (S) nicht zugänglich, Tor verschlossen (-), Strohauslauf (SA) nicht zugänglich, Tor verschlossen (-),
9	S+, SA+	16.08.2004	Sandauslauf (S) zugänglich (+), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),
10	-	31.08.2004	Versuchsende Sandauslauf (S) zugänglich (+), Strohauslauf (SA) zugänglich (+),

Im zweiten Versuch geschah der Wechsel zwischen den Perioden grundsätzlich in einem Rhythmus von zwei Wochen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Aufteilung des zweiten Versuchs in Perioden

Perioden Versuchsdurchgang 2			
Nr. Periode	Abkürzung	Startdatum	Variante
2	-	29.03.2005	Einstellen bis Versuchsbeginn: Stroh in Hütten Strohauslauf nicht zugänglich (-), Wühlmatte nicht zugänglich (-),
3	SA-, WM-	04.04.2005	Versuchsbeginn Strohauslauf nicht zugänglich (-), Wühlmatte nicht zugänglich (-),
4	SA+, WM+	18.04.2005	Strohauslauf zugänglich (+), Wühlmatte zugänglich (+),
5	SA+, WM-	02.05.2005	Strohauslauf zugänglich (+), Wühlmatte nicht zugänglich (-),
6	SA-, WM+	16.05.2005	Strohauslauf nicht zugänglich (-), Wühlmatte zugänglich (+),
7	SA-, WM-	30.05.2005	Strohauslauf nicht zugänglich (-), Wühlmatte nicht zugänglich (-),
8	SA+, WM+	13.06.2005	Strohauslauf zugänglich (+), Wühlmatte zugänglich (+),
9	SA+, WM+	27.06.2005	Strohauslauf zugänglich (+), Wühlmatte zugänglich (+),
10	-	04.07.2005	Versuchsende Strohauslauf zugänglich (+), Wühlmatte zugänglich (+),

Für die Datenanalyse konzentriert sich die Auswertung im ersten Versuch auf die Perioden 2-9 und im zweiten Versuch auf die Perioden 3-9.

4.4 Die Datenanalyse

4.4.1 Verwendete Software und Programme

Für die Datenanalyse sind in der Reihenfolge ihrer Verwendung folgende Programme zum Einsatz gekommen: Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel 2000, Datenbankprogramm Microsoft Access 2000, Statistiksoftware SPSS der Version 13.01 bzw. Statgraphics XIV. Für das Verfassen der Dissertation wurde das Textverarbeitungsprogramm Microsoft Word 2002 verwendet.

Da auf die Verwendung verbreiteter Software Wert gelegt wurde, stehen die durchgeführte Datenauswertung künftig auch für folgende Versuchsreihen als „Open-Source“ zur Verfügung.

4.4.2 Eingabe und Aufbereitung von Versuchsdaten

4.4.2.1 Aufbereitung der Rohdaten

Die Möglichkeit, sensorgestützt und kontinuierlich Daten zu erfassen, führt zu einem sehr umfangreichen Datenpool. Für diesen ist zunächst eine neuartige Aufbereitungs- und Auswertungsmethodik entwickelt worden (Abbildung 7).

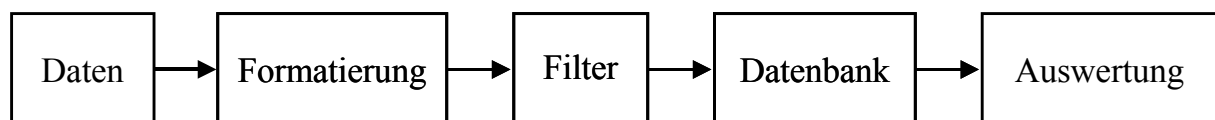


Abbildung 7: Schritte der Datenaufbereitung

Für eine zielgerichtete Verarbeitung und Auswertung der gespeicherten Daten aus der Versuchsanstellung mussten in mehreren Schritten Aufbereitungen und Formatierungen der Rohdaten durchgeführt werden. Ihr Augenmerk galt hier einer einheitlichen und automatisierten Bearbeitung. Zum Einen war eine individuelle Korrektur in dem zu erwartenden Datenumfang je Tier nicht realisierbar, zum Anderen sollte für nachfolgende Versuchsdurchgänge eine einheitliche Bearbeitung ermöglicht werden. Auf diese Weise gelangen ausschließlich korrigierte und geprüfte Datensätze in die Datenbank.

Im ersten Schritt wurde jede tagspezifische Textdatei (DAT-Dateityp) mit Microsoft Excel einzeln geöffnet und mit einem neunstufigen Makro der Programmiersprache Visual Basic bearbeitet (Tabelle 14). Hier wurde zunächst in die Spalte K das jeweilige Datum der Datei eingegeben. Die Schritte 2-5 kontrollierten die auftretenden Fälle von Textbezeichnungen in Spalte A statt einer numerischen Tierbezeichnung. Diese entstanden in vier Fällen:

- Aufzeichnung der automatischen Nachbefüllung der Futterautomaten (FILLING) von jeweils 560 Gramm
- bei dem zur regelmäßigen Funktionskontrolle der Erkennungsplatten eingesetzten und bezeichneten Responder TESTER
- aufgrund von defekten oder nach Verlust neu eingezogenen Respondern, die noch nicht mit der Tiernummer verknüpft waren (NEW...)
- schließlich bei den an den Futterautomaten auftretenden GHOST VISITS.

Tabelle 14: Für den ersten Bearbeitungsschritt der Rohdaten verwendete Makros

Reihenfolge	Name und Aktion des Makros
1	Datum in die Spalte „K“ einfügen
2	FILLING ersetzen
3	GHOST VISIT ersetzen
4	TESTER ersetzen
5	NEW ersetzen
6	PUNKT mit Komma ersetzen
7	Zeitdaten formatieren
8	Spalte J entfernen
9	Sortieren nach Spalte A

Alle diese Textfelder wurden entweder den entsprechenden Tieren zugeordnet oder wie in den Fällen FILLING, GHOST und TESTER für eine komplikationslose Datenverarbeitung mit eindeutigen numerischen Abkürzungszeichen versehen (Tabelle 15). Einige Erläuterungen zu den beiden Fällen GHOST und NEW: Zunächst trat an insgesamt 6 Tagen der Fall ein, dass die Responder einzelner Tiere defekt oder verloren gegangen waren (Tabelle 15). Dies entspricht einer Verlustrate von 13,6 %. Die fehlenden Transponder wurden bei der täglichen Kontrolle der Responder am PC festgestellt und umgehend behoben (NEW...).

Tabelle 15: Gesuchte und Ersetzte Textfelder bei der Aufbereitung der Rohdaten

Makro-Nr.	Suchen nach Text	Respondernummer	Ersetzen durch Ziffer	Versuch
2	FILLING		1111	1 & 2
3	GHOST VISIT		2222	1 & 2
4	TESTER		3333	1 & 2
5	NEW2805NR001	19322867	3829	1
5	NEW0406NR001	17592636	3860	1
5	NEW1406NR001	19861949	3863	1
5	NEW2605NR002	19167747	3861	1
5	NEW2605NR001	19385933	3863	1
5	NEW0305NR001	19758695	42	2

Gezielte Analysen ergaben für die auftretenden Fälle der Geisterbesuche (GHOST VISITS) zwei hinreichende Erklärungen. Wenn ein Schwein ohne funktionierenden Responder am Futterautomat frisst und somit sich die Futtermasse verändert, sendete der Automat das Signal „Geist“. Von einer wesentlichen Beeinflussung der Aussagekraft der Futteraufnahmemenge war aufgrund der unbedeutenden Ausprägung nicht auszugehen. Des Weiteren war eine starke Häufung an „Geistern“ in den Nachtstunden festzustellen, die jedoch mit nur sehr geringen Gewichtsveränderungen einhergingen. Dies ist wahrscheinlich auf die Aktivität von Schadnagern zurückzuführen, deren Auftreten durch Bekämpfungsmaßnahmen eingeschränkt wurde.

4.4.2.2 Filterfunktionen und Zeitberechnungen in der Datenbank

Die weitere Bearbeitung der Daten fand vorwiegend in Microsoft Access statt.

Nach dem Datenimport der vollständigen Versuchsreihen in Microsoft Access erfolgte eine Filterung der Daten. Dieser Filter kontrollierte die Abfolge der Torerkennungen eines jeden Tieres auf logische Zusammenhänge. D.h., dass nach der Logik der Ein- und Ausgangstore nach einem Eingangstor immer das entsprechende Ausgangstor folgen musste. Andernfalls wurde diese Zeile gelöscht. Ebenfalls wurden doppelt auftretende Registrierungen, die durch eine langsame Passage der Tiere durch die Tore entstehen können, eliminiert. Die Aufzeichnungen zu den Futterautomaten und Tränkestellen wurden nicht weiter bearbeitet. Für die Berechnung der Aufenthaltszeiten in den Bereichen wurden sieben verschiedene Berechnungsfolgen über programmierte Makros in eigene Spalten eingefügt:

- Berechnung der reinen Aufenthaltsdauer in den Bereichen B-D durch die Berechnung der Zeit zwischen den Erkennungen an Eingangs- und Ausgangstor. Für den Bereich A wurde diese Zeit aus der Erkennung von dem Ausgangstor eines Bereiches B-D bis zu dem Eingangstor des nächsten Bereiches errechnet (1x).
- drei Berechnungen zur Zeit zwischen zwei Besuchen in den Bereichen B, C und D
- Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Erkennungen
- Analyse der Zeitstruktur im Bereich A durch Berechnung der Zeitspanne zwischen den Besuchen jeweils an den Futter- bzw. Tränkestellen.

Gemäß dem Ablauf der im Versuch durchgeführten Varianten erhielten die entsprechenden Abschnitte eine numerische Zuordnung über die ebenfalls neue Spalte Periode (siehe Gliederungspunkt 4.3 Die Versuchsdurchführung).

Die für den weiteren Verlauf der Auswertung maßgebliche Strukturierung der Daten aus der Ursprungstabelle heraus fand ausschließlich über das Prinzip der Datenabfragen in Microsoft

Access statt. Die umfangreiche Auswertungsmethodik konzentrierte sich auf die Sensordaten, die an den Durchgangstoren, Futterautomaten und Tränken entstanden sind (Abbildung 8).

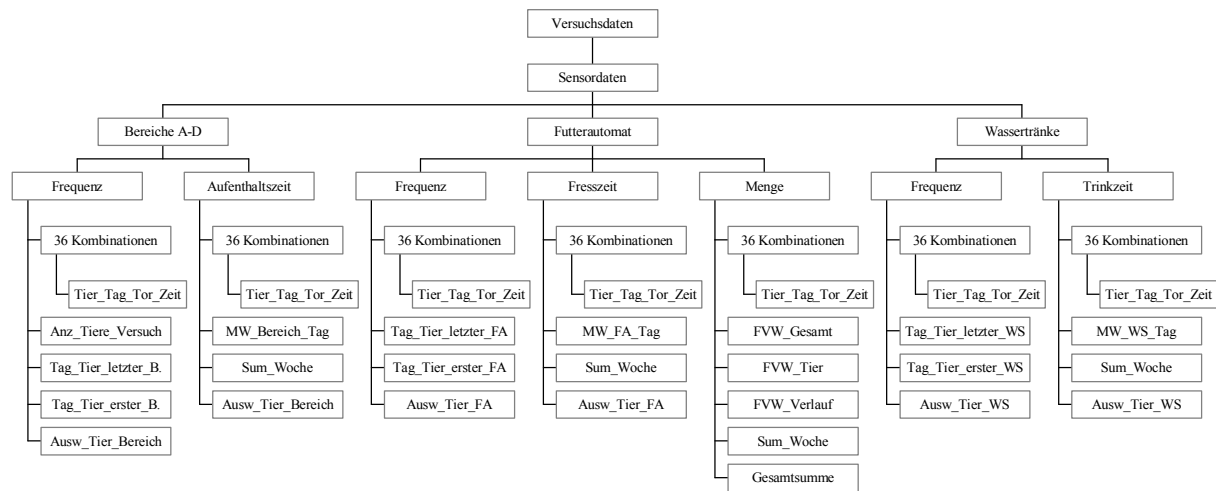


Abbildung 8: Auswertungsstruktur der Sensordaten

Auf der Auswertungsebene Frequenz, Zeit und Futtermenge ließ sich die Auswertungsstruktur weiter auf die Fragestellung der einzelnen Erkennungsstellen (Tor), des Einzeltieres (Tier), des Datums (Tag) und der Uhrzeit (Zeit) verfeinern. Die Kombination dieser vier Parameter führte schließlich zu jeweils mindestens 36 Auswertungsmöglichkeiten unterschiedlicher Datenstruktur und -dichte (Tabelle 16).

Tabelle 16: Erklärung für die Abkürzungen von Abfragen und Diagrammen

Funktionen		Parameter			
Bedeutung	Abkürzung	Spalte	Zeile	Zeile	Zeile
Anzahl Kontakte	AnzKont	Tier	Tag	Tor	(Uhr)Zeit
		Tor	Tag	Tier	(Uhr)Zeit
		Tag	Tier	Tor	(Uhr)Zeit
		(Uhr)Zeit	Tag	Tier	Tor
Aufenthaltsdauer im Bereich	ZeitDauer	Tier	Tag	Tor	(Uhr)Zeit
		Tor	Tag	Tier	(Uhr)Zeit
		Tag	Tier	Tor	(Uhr)Zeit
		(Uhr)Zeit	Tag	Tier	Tor
Verweildauer an Futter- & Wasserstelle	Verweil	Tier	Tag	Tor	(Uhr)Zeit
		Tor	Tag	Tier	(Uhr)Zeit
		Tag	Tier	Tor	(Uhr)Zeit
		(Uhr)Zeit	Tag	Tier	Tor
Futteraufnahme	FuAuf	Tier	Tag	Tor	(Uhr)Zeit
		Tor	Tag	Tier	(Uhr)Zeit
		Tag	Tier	Tor	(Uhr)Zeit
		(Uhr)Zeit	Tag	Tier	Tor

Insgesamt ergaben sich nur aus diesen Kombinationen für die Sensordaten 252 Abfragetabellen. Weiterhin ließ sich der Versuchszeitraum noch weiter in die verschiedenen Perioden mit den unterschiedlich gestalteten Versuchsbedingungen unterteilen (siehe Gliederungspunkt 4.3 Die Versuchsdurchführung). Des Weiteren kamen noch eine

entsprechende Anzahl an Berechnungen (z.B. zur Futterverwertung (FVW)) hinzu.

4.4.3 Statistische Analyse

4.4.3.1 Vorgehensweise in der statistischen Auswertung der Sensordaten

Die Auswertung der umfangreichen Versuchsdaten beginnt mit der Analyse von Ergebnissen mit Hilfe der deskriptiven Statistik (Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung, etc.). Dabei gilt es zu unterscheiden zwischen der Analyse unter dem Gesichtspunkt der einzelnen Aufenthaltsbereiche bzw. den Stellen zur Nahrungsaufnahme und bezüglich des Einzeltieres. Eine weitere Differenzierung erfolgt auf der zeitlichen Ebene, beginnend mit der Betrachtung der Versuchsdurchgänge über ihren gesamten Zeitraum (Tabelle 17). Anschließend wird eine detailliertere Betrachtung über die verschiedenen Perioden bis hin zur Tages- oder Stundenebene vorgenommen.

Tabelle 17: Ebenen der Auswertung und der zeitlichen Struktur

Auswertungsebene	Zeitliche Struktur	Auswertungsebene
Bereich/ Erkennung	Gesamt	Tier
	Periode	
	Tag	
	Stunde	

In der Reihenfolge der Auswertungsschritte orientiert sich die induktive an der deskriptiven Statistik. Es wird bei der Auswahl der statistischen Verfahren von folgenden Voraussetzungen ausgegangen: Es handelt sich bei den Daten um verbundene/ abhängige Stichproben, da einerseits die Schweine zusammen in der Versuchsgruppe sind und andererseits im Vergleich der Perioden die Daten der gleichen Schweine in aufeinander folgenden Zeiträumen verwendet werden. Darüber hinaus sind die Daten aufgrund der Versuchsstruktur als Wahlversuch überwiegend nicht normalverteilt. Daraus erschließen sich folgende statistische nicht-parametrische Verfahren (LOZÁN et al. 1998, SACHS 2002, DORMANN et al. 2004):

- Wilcoxon-Test für den Vergleich zweier Stichproben auf der Basis Einzeltier für verbundene Stichproben
- Friedman-Test für den Vergleich mehrerer Stichproben.

Zur Korrelationsberechnung unterschiedlicher Parameter dient der Spearman-Test. Er ist nicht an die Normalverteilung der Daten gebunden und gilt daher als robuster gegenüber nicht-normalverteilten Daten (DORMANN et al. 2004). Um den Aspekt der Wiederholung zu sichern, werden für die induktive Statistik die Daten der einzelnen Tage/ Perioden je Tier herangezogen und die Tiere als Wiederholung behandelt.

Mit dem Verfahren der hierarchischen Clusteranalyse wird anhand ausgewählter Merkmale

versucht, relativ homogene Fallgruppen oder Variablen zu identifizieren. Dabei wird ein Algorithmus eingesetzt, der für jede Variable einen separaten Cluster bildet und die Cluster so lange kombiniert, bis nur noch einer zurückbleibt. Die gewählte Cluster-Methode ist „Linkage zwischen den Gruppen“ mit dem Intervall „quadrierter euklidischer Abstand“.

4.4.3.2 Modell zur Verhaltensbeschreibung

Neben den statistisch erarbeiteten Ergebnissen zum Verhalten der Schweine sollen die vorhandenen Daten durch ein Modell ergänzt werden. Dieses soll noch umfassender Präferenz, Affinität und Kompensation beschreiben, als dies durch einen reinen Zeitbezug möglich wäre. Erreicht wird dies dadurch, dass die quantitativ bewerteten Zeit- und Häufigkeitssummen nun in eine qualitative und dimensionslose Maßzahl bzw. einen Index überführt werden. Gleichzeitig kann damit ein methodischer Beitrag geleistet werden, die umfangreichen sensorbasierten Ergebnisse in eine übersichtliche und angepasste Form zu bringen. Die Methodik zur Bewertung der Tierreaktionen ist deshalb um den dargestellten Modellansatz erweitert worden.

Unter Punkt 5.2 wird zunächst der theoretische Ansatz des erarbeiteten Modells dargestellt; anschließend werden ausgewählte Daten des zweiten Versuchsdurchganges exemplarisch den entsprechenden Modellalgorithmen unterzogen. Eine Beschränkung auf den Vergleich der zwei Beschäftigungsbereiche Strohautomat und Wühlmatte wird dargestellt. Der gezeigte Zeitraum umfasst die Zeit vom Ende der Periode 4 (SA+, WM+) bis zum Anfang der Periode 6 (SA-, WM+). Der Zeitraum von vier Tage vor Ende einer Periode (=ante) einschließlich der ersten vier Tage der folgenden Periode (=post) werden als kritischer Zeitpunkt/ Zeitraum (=C-Point Periode) bezeichnet.

5 Ergebnisse

5.1 Die Analyse von sensorgestützt erfasstem Tierverhalten

5.1.1 Versuch 1: Strohautomat und Sandauslauf

5.1.1.1 Nutzungsstruktur der Haltungsbereiche und der Nahrungsaufnahme

5.1.1.1.1 Erkennungsort

Im ersten Versuchszeitraum wird durch die 22 Schweine an den 10 Erkennungspunkten eine Datenmenge von 138.939 Datensätzen erzeugt. Damit werden je Tag im Mittel 1260 Kontakte aufgezeichnet.

Als Datengrundlage für die zwei Beschäftigungsbereiche B (Strohautomat) und D (Sandauslauf) sind im folgenden die Tage berücksichtigt, an denen die Schweine diese auch erreichen können. Für die einzelnen Erkennungsstellen zur Nahrungsaufnahme und die Bereiche B bis D ergibt sich daraus im Mittel folgende tägliche Verteilung. Die höchste Frequenz weist Tränke WS 6 (WS 6 = 371) auf, gefolgt vom Futterautomaten FA 2 (FA 2 = 273) (Anhang 10).

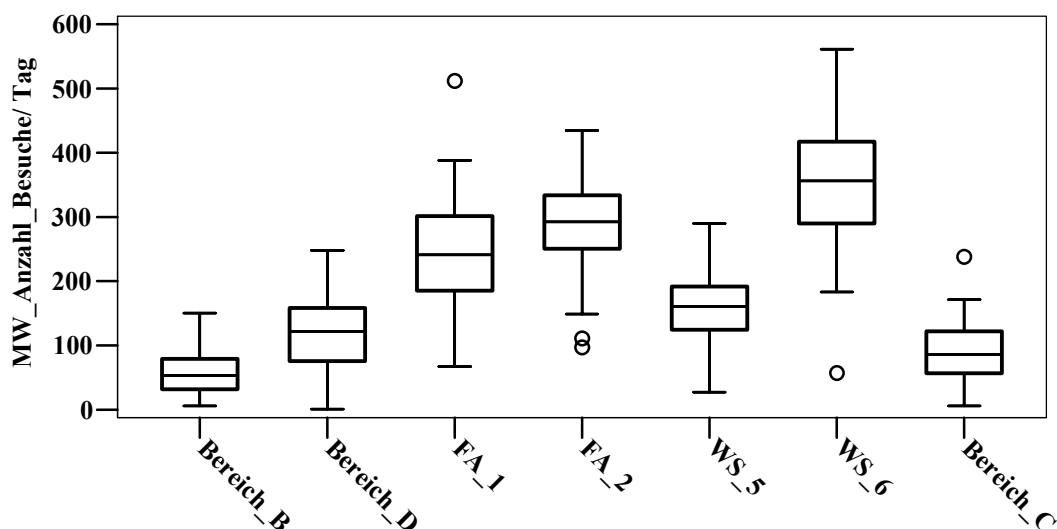


Abbildung 9: Anzahl Besuche (n) der Gruppe je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 1

Der Futterautomat FA 1 liegt in der Frequenz etwas niedriger (FA 1 = 235), jedoch höher als die zweite Tränkestelle (WS 5 = 148). Erst anschließend folgen die Aufenthaltsbereiche, bei denen der Sandauslauf (Bereich D = 118) einen leichten Vorteil gegenüber dem Bereich des Ruhens (Bereich C = 93) aufweist. Die niedrigste Frequenz hat der Bereich des Strohautomaten (Bereich B = 61).

Um die hohe Anzahl der Besuche an den drei Erkennungsstellen Futterautomat FA 1 und FA 2 bzw. Tränke WS 6 im Verhältnis zu den drei Aufenthaltsbereichen B, C und D einordnen zu können, soll nachstehend kurz auf die Zeit zwischen zwei direkt aufeinander folgenden Besuchen an diesen Erkennungen bzw. das Mahlzeitenkriterium eingegangen

werden.

Die Zeitspanne zwischen zwei Besuchen an den Futterautomaten wird in einem Raster von fünf Minuten klassifiziert (Abbildung 10). Es ist festzustellen, dass 62,4 % der Zwischenzeiten zwischen zwei Fressbesuchen innerhalb von eins bis fünf Minuten stattfinden. Fast 75 % der Zeit zwischen zwei Besuchen liegen in einem Bereich unter 35 Minuten. Die Klassen der Zwischenfresszeiten von mehr als 35 Minuten nehmen jeweils nur noch einen Anteil von unter 1 % ein (Anhang 11).

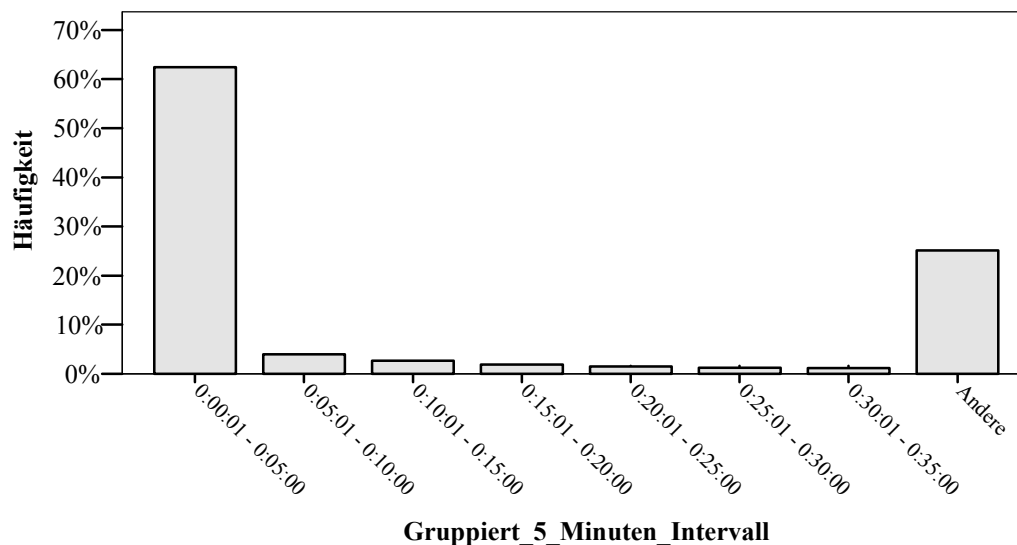


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der in 5-Minuten-Intervallen klassifizierten Zeit zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 1

Bei der genaueren Betrachtung der ersten fünf Minuten in einem Raster von 5 Sekunden ergibt sich eine differenzierte Aufteilung. Die am häufigsten vertretene Klasse ist die Dritte von 11 - 15 Sekunden (35,4 %) (Anhang 12). Die ersten fünf Klassen bis 25 Sekunden machen einen Anteil von 67,4 % aus (Abbildung 11). Sie können zum Mahlzeitenkriterium erster Art zusammengefasst werden. Alle weiteren Klassen lassen sich zu einem Kriterium zweiter Art zusammenfassen. Ab 00:01:20 ist die Klassenstärke unter ein Prozent und nähert sich 100 %.

In der Vorgehensweise analog lassen sich die Zwischenzeiten bei den Tränken darstellen. Auch hier ist die Klasse der Minuten eins bis fünf mit 45,8 % am häufigsten vertreten. Die zweite Klasse folgt mit einem deutlich niedrigeren Wert von 7,9 %. Die ersten 11 Klassen vereinigen eine Datenmenge von fast 75 % (Anhang 13, Anhang 14).

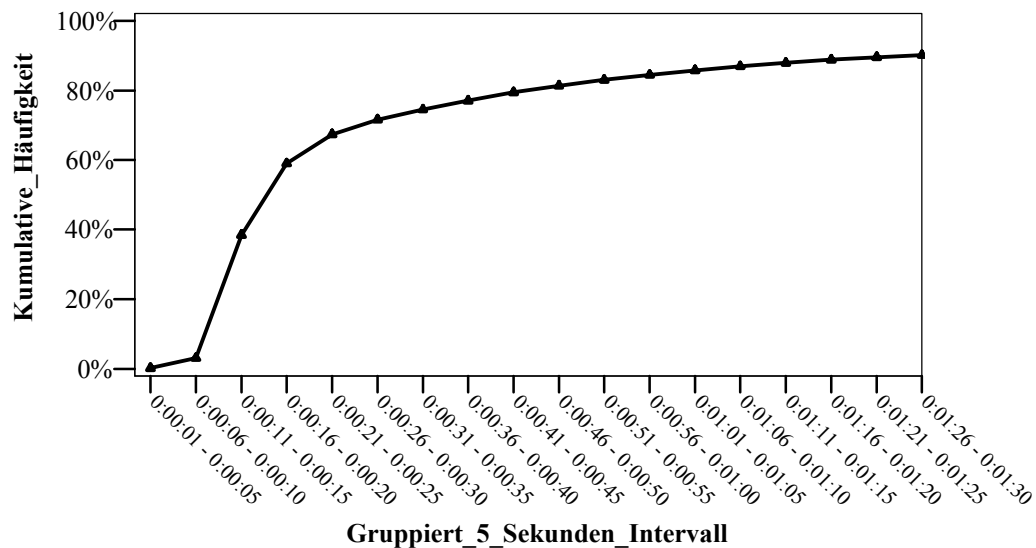


Abbildung 11: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 1 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 1

In der weiteren Betrachtung der am stärksten vertretenen ersten Klasse im 5-Sekundenintervall ist eine ähnliche Struktur wie bei den Futterautomaten festzustellen (Abbildung 12). Jedoch erreicht die ebenfalls am stärksten vertretene Klasse 11 bis 15 Sekunden mit 21,4 % der Gesamtwerte nicht das Niveau wie die Zwischenzeiten bei den Futterautomaten. In den ersten 25 Sekunden liegen bei den Tränken 52,4 % aller Messungen. Schließlich ist ein dauerhafter Abfall unter 1 % in der Häufigkeit nur zwei Klassen später (00:01:35) als bei den Futterautomaten auszuweisen (Anhang 15).

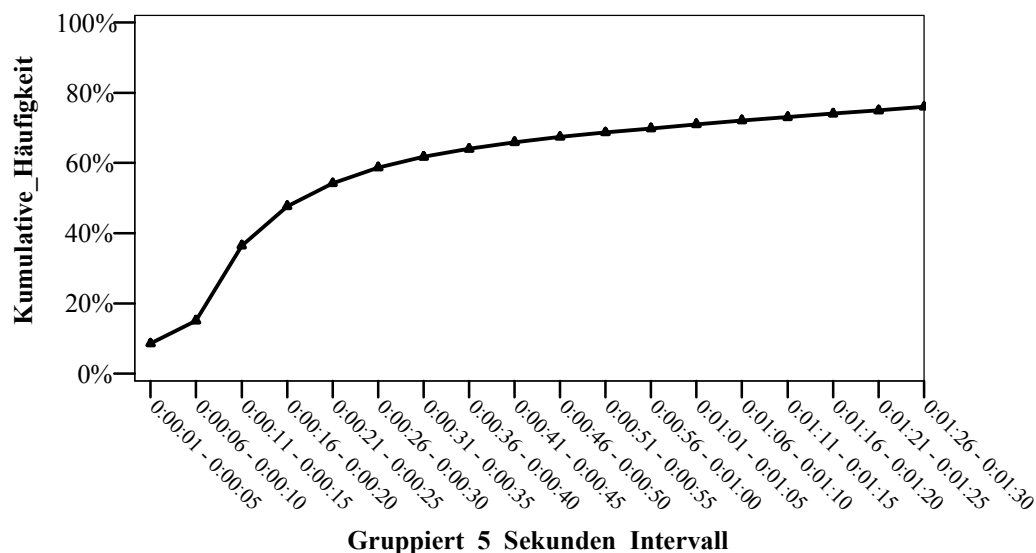


Abbildung 12: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 0 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an WS 5 und WS 6, Versuch 1

Die Analyse der mittleren Besuchshäufigkeit an den einzelnen Erkennungsstellen je Tag in den verschiedenen Perioden 2-9 zeigt einen relativ gleich bleibenden Anteil Besuche an den beiden Futterautomaten. Dieser Anteil nimmt mindestens ein Drittel der täglichen Besuche

ein (Abbildung 13).

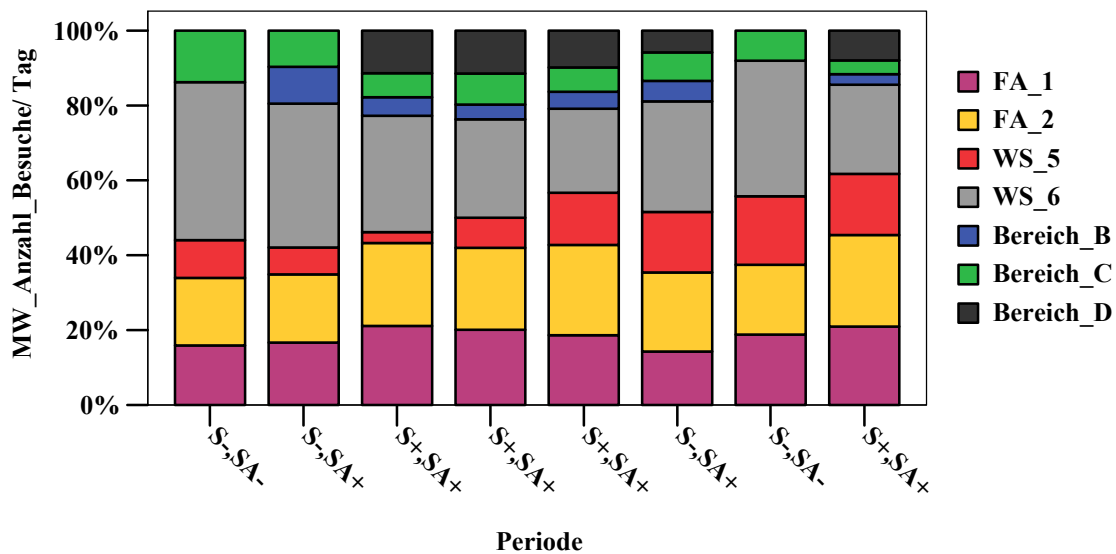


Abbildung 13: Anteil der mittleren Anzahl Besuche (n) an den Erkennungsstellen je Tag in den Perioden 2-9, Versuch 1

Insgesamt werden die meisten Kontakte über alle Perioden hinweg an den zwei Tränken und hier besonders an der Tränke WS 6 vorgenommen. Es ist eine durchgehend signifikant höhere Besuchshäufigkeit der Tränke WS 6 gegenüber der zweiten Tränke WS 5 festzustellen (Anhang 16, Anhang 17). Einzig gegenüber den zwei Futterautomaten wird von WS 6 keine Signifikanz erreicht.

Im Vergleich zu den Orten Tränken und Futterautomaten werden die Aufenthaltsbereiche B, C und D weniger häufig aufgesucht. Allerdings spielt bei den Aufenthaltsbereichen der Faktor der Nutzungsdauer eine bedeutendere Rolle. Der Bereich Ruhen (Bereich C) nimmt in seiner Häufigkeit einen fast konstanten Anteil während der Perioden ein. Dies ergibt sich u.a daraus, dass die Schweine diesen Bereich für die Nacht zum Ruhen aufsuchen. Erst gegen Ende der Mast geht dieser Anteil etwas zurück. Die beiden Beschäftigungsbereiche B und D haben keinen Einfluss auf die Nutzungshäufigkeit des Bereiches C.

Die Gegenüberstellung der beiden Beschäftigungsbereiche B und D untereinander zeigt, dass, sobald die Tiere den Sandauslauf (Bereich D) nutzen können (S+), dieser dem Strohautomat hoch signifikant ($p < 0,01$) überlegen ist. In der Periode 2 (S-,SA+) ohne eine Verfügbarkeit von Bereich D wird mit im Mittel 121 Besuchen je Tag etwa die Besuchshäufigkeit des Strohautomaten (Bereich B) erreicht (Abbildung 14). Wenn allerdings dann der Sandauslauf zur Verfügung steht, wird dieser deutlich mehr frequentiert (128, 146, 170 MW Besuche je Tag) als der Strohautomat (64, 58, 59 MW Besuche je Tag). Selbst in Periode 6 (S-,SA+), als der Sandauslauf selbst nicht zu erreichen ist, haben die Schweine den Bereich vor dem Sandauslauf im Mittel 64 Mal täglich aufgesucht gegenüber einer mittleren Besuchsfrequenz

von 61 Besuchen im Bereich B.

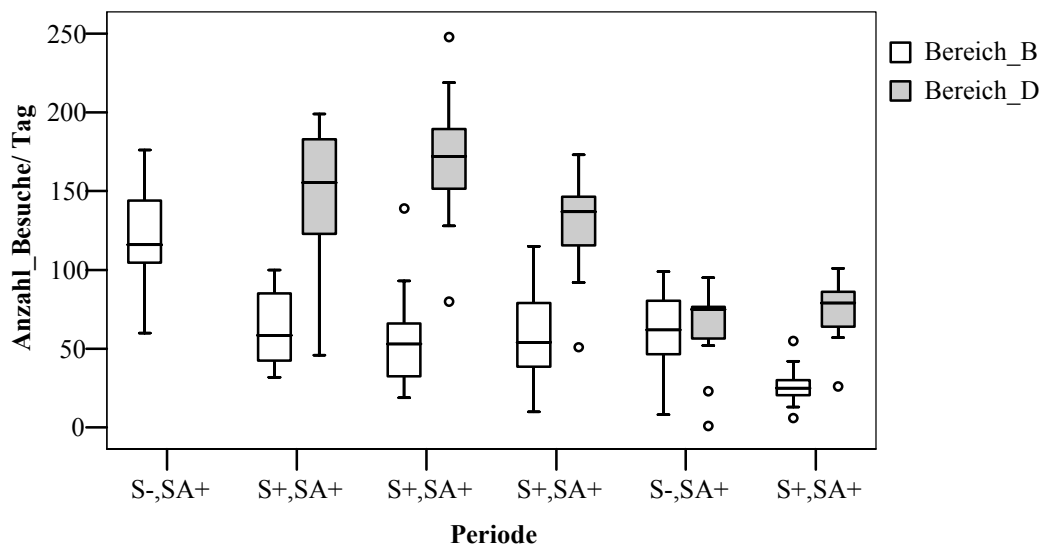


Abbildung 14: Anzahl Besuche je Tag (n) an den zwei Beschäftigungsbereichen in den Perioden 3-9 (Periode 2 und 8 fehlen aufgrund verschlossener Beschäftigungsbereiche), Versuch 1

Bei aller Überlegenheit des Sandauslaufes (S) wird der Bereich Strohautomat (SA) immer über eine mittlere Häufigkeit von 21 Besuchen aufgesucht. Die maximalen Häufigkeiten erreichen dabei jedoch bei weitem nicht das Niveau von Bereich D. Die Aufwandmenge an Stroh beträgt <50g je Tier und Tag.

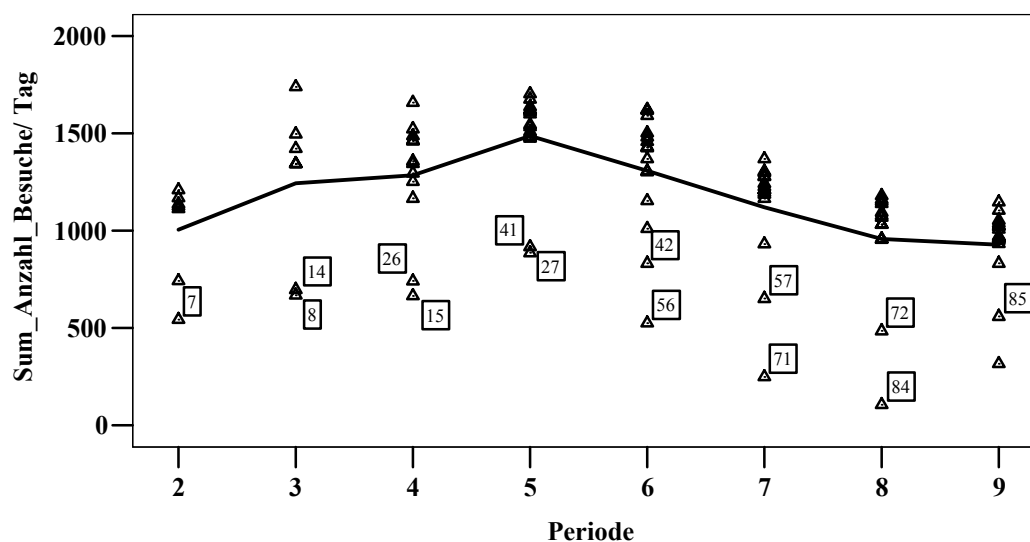


Abbildung 15: Streuung der Summe der Besuche je Tag (n) während der Perioden 2 bis 9, Versuch 1

Bei der Betrachtung der summierten Besuchshäufigkeit eines Tages über die verschiedenen Perioden zeigt sich, dass die Gesamtaktivität an einem Tag mit andauerndem Versuch zunimmt. Im mittleren Versuchsabschnitt wird der Höhepunkt erreicht und geht dann in etwa auf das Anfangsniveau zurück (Abbildung 15).

Im Vergleich der Summe der Besuche an den einzelnen Tagen fällt dabei auf, dass eine

Konzentration auf ein bestimmtes Niveau in den einzelnen Perioden erfolgt. Dabei ist nach einem Anstieg zu Beginn der Mast und einem Höhepunkt in Periode 5 eine abnehmende Anzahl an täglichen Besuchen festzustellen. Die z.T. deutlichen Ausreißer nach unten sind fast vollständig auf die Halbierung des Tages zwischen zwei Perioden zurückzuführen. Dieser Sachverhalt wird durch die Nummerierung der Fälle verdeutlicht, so dass die Summe zweier nebeneinander liegender Zahlen (z.B. Periode 4/ Tag 26 – Periode 5/ Tag 27) in etwa dem Niveau des anliegenden Periodendurchschnitts entspricht.

Die Summe der täglichen Besuche zwischen zwei aufeinander folgenden Perioden unterscheidet sich in fünf von sieben Fällen signifikant. Keine Signifikanz ist zwischen den Perioden 3 (S-,SA+) zu Periode 4 (S+,SA+) und von Periode 8 (S-,SA-) zu Periode 9 (S+,SA+) festzustellen (Anhang 18).

Während bisher die durch die Sensortechnik gewonnenen Daten in zusammengefasster Form abgebildet worden sind, werden im Folgenden Zeitreihen der Perioden 4 (S+,SA+), 7 (S-,SA+) und 9 (S+,SA+) auf der Basis der mittleren Besuchsfrequenz der Einzeltiere dargestellt. Mit der Auswahl dieser Perioden soll die Entwicklung der Besuchshäufigkeiten zum Einen in einer Periode zu Beginn und einer Periode am Ende der Mast bei gleichem Angebot und zum Anderen die Auswirkung einer veränderten Umgebung verdeutlicht werden. Aus Gründen der Darstellung sind die Abbildungen einer Periode getrennt zwischen den Aufenthaltsbereichen B-D und den vier Orten der Nahrungsaufnahme. Das geringe Niveau der Besuchsfrequenz zu Beginn und am Ende der Teilabschnitte beruht auf der Halbierung des Tages zum Periodenwechsel.

Nachdem in Periode 2 (S-,SA-) den Schweinen keine Möglichkeit zur Beschäftigung zur Verfügung steht, können sie in Periode 3 (S-,SA+) den Strohautomaten nutzen. In der in Abbildung 16 dargestellten Periode 4 (S+,SA+) stehen den Schweinen erstmals beide Beschäftigungsmöglichkeiten zur Auswahl. Die Anzahl der Besuche an den einzelnen Elementen unterliegen z.T. beträchtlichen Schwankungen (Anhang 19, Anhang 20). Das Niveau der Besuche beträgt für das Sandareal 5-9 während der Strohautomat (Bereich B) lediglich eine Besuchsfrequenz von 2-4 erreicht und sich damit auf einem ähnlichen Niveau befindet wie der Ruhebereich C. Innerhalb von zwei Tagen haben die Schweine das neu zugängliche Areal als den Bereich höchster Attraktivität erschlossen und besuchen ihn vier Mal so häufig wie den Strohautomaten und auch deutlich öfter als den Ruhebereich C. Bis zum sechsten Tag sind schwache gegensätzliche Tendenzen in der Frequenz zu erkennen, bevor ab dem achten Tag dieser Periode sich die zwei Kurven annähern und gleichförmig weiterverlaufen. Der Ruhebereich vollzieht die Schwankungen an den

Beschäftigungsbereichen nicht in dieser Deutlichkeit wie der Bereich B.

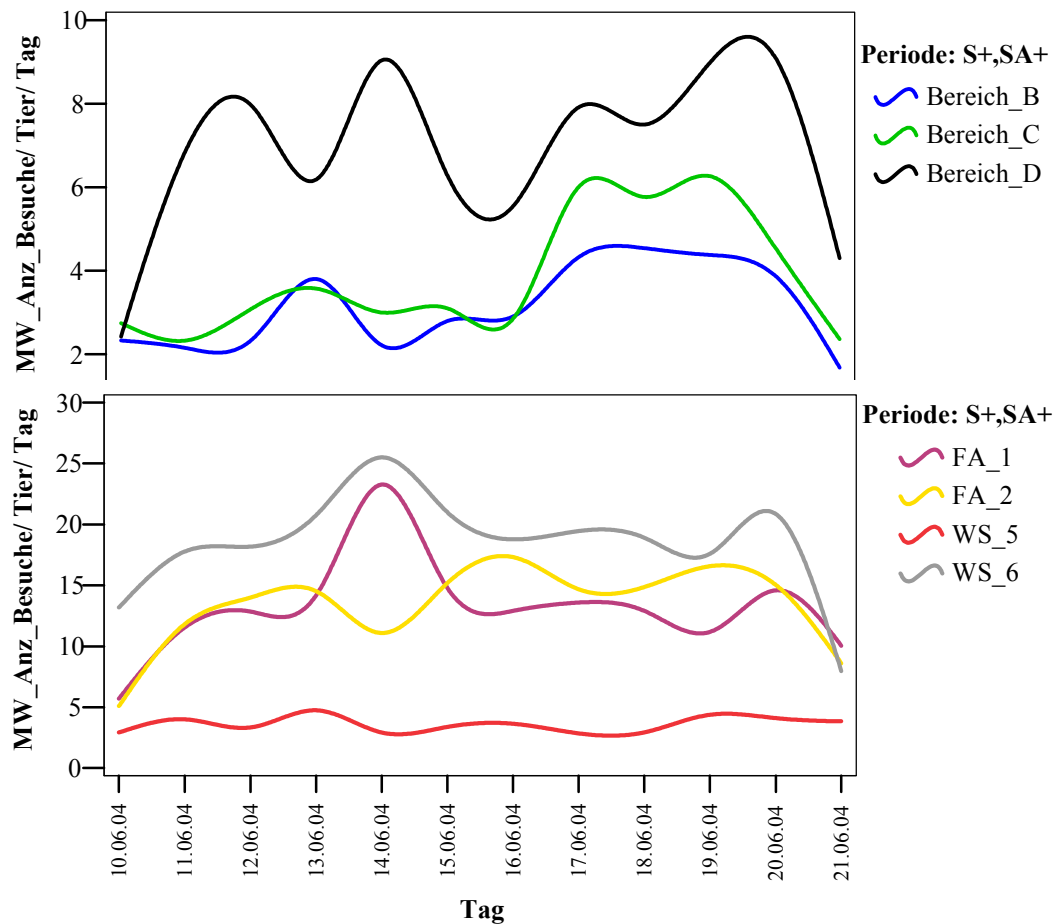


Abbildung 16: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (S+,SA+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme

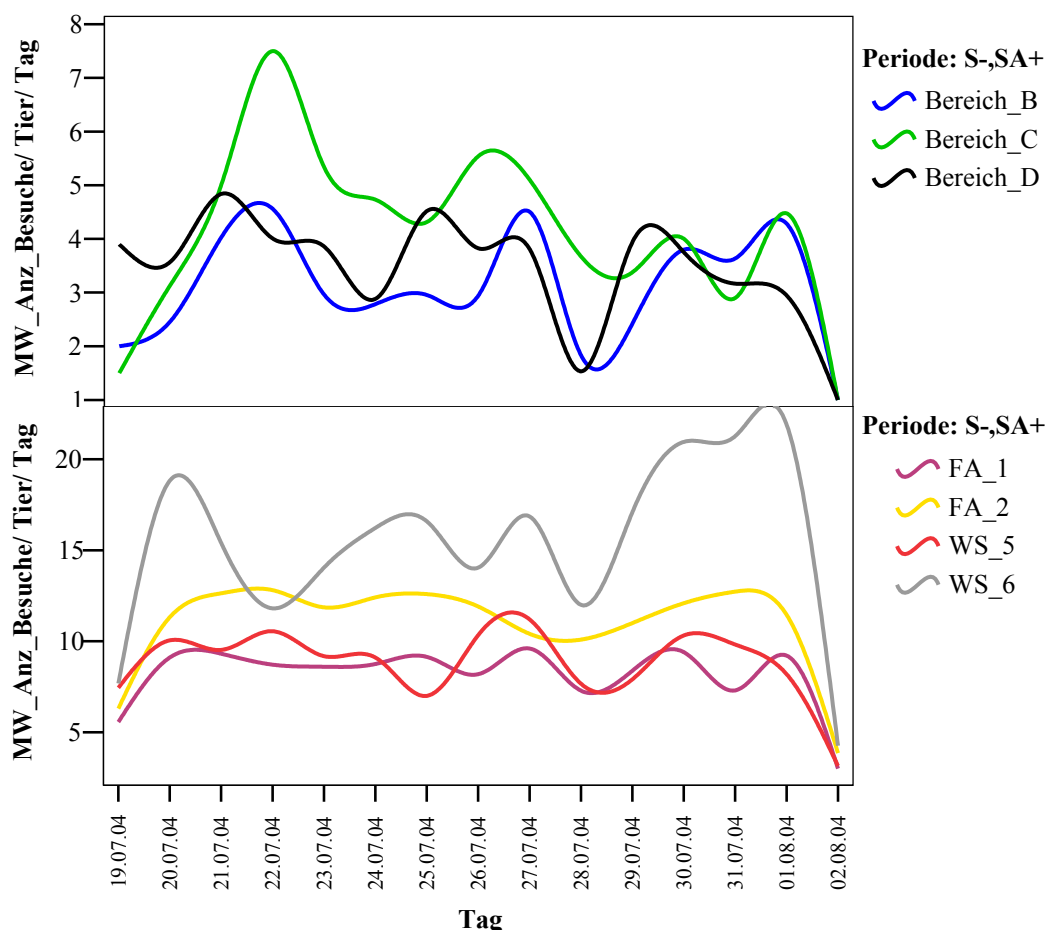
Bei den Besuchsfrequenzen an den Erkennungen zur Nahrungsaufnahme fällt auf, dass die Tränke WS 5 deutlich weniger aufgesucht wird (2-5 Besuche je Tier und Tag) als die drei Erkennungen FA 1, FA 2 und WS 6 (5-25 Besuche je Tier und Tag). Zum gleichen Zeitpunkt wie in den Bereichen B-D kommt es zu einem Anstieg der Besuchshäufigkeit an Futterautomat FA 1 und Tränke WS 6. Eine erhöhte tägliche Frequenz an dem einen Futterautomaten geht mit einer erniedrigten Frequenz an dem zweiten Futterautomaten einher. Dies trifft, wenn auch nicht in so großem Umfang auch auf die Tränken zu. Eine erhöhte Besuchsfrequenz ist hier ab dem achten Tag nicht festzustellen.

In den zwei darauf folgenden Perioden 4 und 5 wird das Versuchsumfeld nicht verändert. Für das Niveau der Besuchshäufigkeit je Tier an den Futterautomaten, Tränken und auch den Aufenthaltsbereichen sind daraufhin im Mittel nur marginale Veränderungen festzustellen (Tabelle 18).

Tabelle 18: Mittlere Besuchsfrequenz je Tier und Tag (n) in den Perioden 2-9

	Periode							
	S-,SA-	S-,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S-,SA+	S-,SA-	S+,SA+
FA 1	8	10	13	15	13	8	10	12
FA 2	10	11	13	15	14	11	9	14
Bereich B	.	6	3	3	3	3	.	2
WS 5	7	6	4	7	10	9	9	9
WS 6	22	22	18	18	14	15	17	14
Bereich C	8	6	4	6	4	4	4	3
Bereich D	.	.	7	8	6	4	.	5

Während zwischen den Futterautomaten keine Unterschiede festzustellen sind, gibt es zwischen den zwei Tränken eine leichte Verschiebung zugunsten Tränke WS 5. Doch auch in folgenden Perioden erreicht Tränke WS 5 nicht die Besuchshäufigkeit von Tränke WS 6 mit 14-18 Besuchen je Tier und Tag. Bei den Beschäftigungsangeboten bleibt die Überlegenheit des Sandauslaufes gegenüber dem Strohautomaten mindestens 100%.

**Abbildung 17: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 7 (S-,SA+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme**

Nachdem den Schweinen in Periode 4-6 beide Beschäftigungsbereiche zur Verfügung standen, ändert sich das Angebot in Periode 7. Der Sandauslauf selbst ist für die Schweine

gesperrt und nur der Bereich vor dem Sandareal (D) ist zugänglich. Auf die Besuchshäufigkeit in den Bereichen hat die veränderte Umweltsituation folgende Auswirkung (Abbildung 17): Die Besuche im Bereich D verringern sich innerhalb kurzer Zeit von im Mittel sechs auf vier Besuche je Tier und Tag. Dabei ist am dritten Tag nochmals ein Anstieg der Besuche zu erkennen. Anschließend ist bei z.T. deutlichen Schwankungen eine leicht abnehmende Tendenz der Besuche im Bereich D für diese Periode erkennbar. Mit dieser Entwicklung entspricht der Bereich D der Besuchsfrequenz von Bereich B. Entgegen der vorherigen Perioden tritt in dieser Periode nun der Fall auf, dass der Bereich Strohautomat häufiger besucht wird als der verschlossene Bereich des Sandauslaufes. Der Ruhebereich C wird in dieser Periode am häufigsten aufgesucht, auch wenn im Mittel nur das Niveau der zwei Beschäftigungsbereiche erreicht wird.

Gegenüber den vorherigen Perioden ist das Niveau der Besuche an den Futterautomaten um im Mittel vier Besuche geringer. Die Tränken werden gleichbleibend oft aufgesucht. Futterautomat FA 1 und die Tränke WS 5 befinden sich in dieser Periode auf gleichem Level. Etwas öfter kommt es zu Besuchen am Futterautomaten FA 2. Nur teilweise ist eine Erhöhung der Besuche an Tränke WS 5 mit einer verringerten Frequenz an Tränke WS 6 verbunden. Letztere wird im Mittel 16 Mal je Tag und Tier aufgesucht.

In der darauffolgenden Periode 8 kompensieren die Schweine die völlig verschlossenen Bereiche B und D nicht durch eine gesteigerte Aktivität an den Futterautomaten und Tränken. Stattdessen ist bei allen vier Erkennungen eine fast unveränderte Besuchsfrequenz festzustellen. Als jedoch in der letzten Periode 9 sowohl der Sandauslauf als auch der Strohautomat wieder erreichbar sind, steigt die Besuchsfrequenz innerhalb von drei Tagen wieder auf die frühere Anzahl Besuche von 2-6 Mal je Tier und Tag (Abbildung 18). Der Sandauslauf (Bereich D) wird schnell wieder 4-6 Mal je Tag frequentiert, während eine Stabilisierung der Besuche am Strohautomat (Bereich B) auf zwei Mal je Tier und Tag etwas länger dauert. In dieser Periode ist auch die Frequenzkurve des Bereiches C wieder unter dem der Frequenz des Bereiches D und ähnlich zu Bereich B.

Für die Futterautomaten und Tränken hat die Öffnung der Beschäftigungsbereiche im Wesentlichen weder eine Zu- noch eine Abnahme erbracht. Insgesamt haben sich die Differenzen zwischen den einzelnen Erkennungen verringert, so dass erstmals die Anzahl der Besuche an Tränke WS 6 geringer ist als die an Futterautomat FA 2.

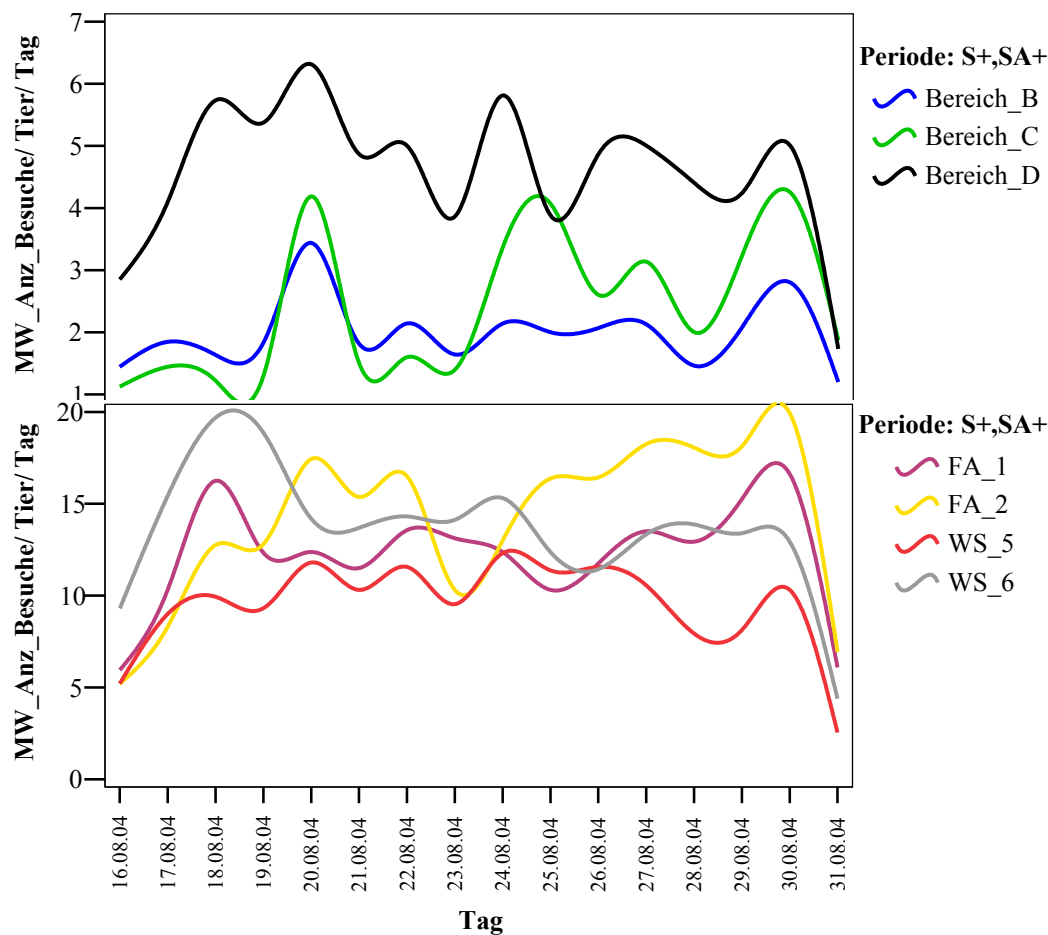


Abbildung 18: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 9 (S+,SA+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme

5.1.1.1.2 Aufenthaltsdauer

Bei der Betrachtung der Aufenthaltsdauer in den Bereichen A bis D zeigt sich, unabhängig von der Erreichbarkeit der Beschäftigungsbereiche über die Perioden 2 bis 9, ein hoher Anteil für den Ruhebereich C und den Bereich A (Tabelle 19).

Tabelle 19: Mittlere summierte Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in den Bereichen A bis D und verwendete Zeit zur Nahrungsaufnahme im Bereich A je Periode 2-9, Versuch 1

Periode	S-, SA-	S-, SA+	S+, SA+	S+, SA+	S+, SA+	S-, SA+	S-, SA-	S+, SA+
Bereich A	43,47	41,09	32,94	26,39	28,91	42,65	53,13	37,20
ohne Nahrungsaufnahme	37,34	36,06	28,56	21,57	24,24	37,68	47,81	33,18
Summe Nahrungsaufnahme	6,13	5,03	4,38	4,82	4,67	4,97	5,32	4,02
Futterautomat FA 1	2,63	2,21	2,02	2,13	1,79	1,98	2,15	1,76
Futterautomat FA 2	2,69	2,36	2,10	2,31	2,48	2,37	2,29	1,85
Tränke WS 5	,08	,06	,02	,09	,17	,24	,32	,21
Tränke WS 6	,73	,40	,24	,29	,24	,39	,56	,20
Bereich B	.	5,18	,80	,53	,75	6,53	.	1,55
Bereich C	56,53	53,73	41,86	46,42	39,63	45,59	46,87	22,48
Bereich D	.	.	24,40	26,66	30,71	5,24	.	38,77

Der Anteil Aufenthaltszeit eines Tages beträgt im Bereich A zwischen 26 und 53%. Die zwei

höchsten Werte werden in den Perioden 2 und 8 erreicht. Hier haben die Schweine nur einen begrenzten Raum (Bereiche A und C) der Versuchsanlage nutzen können. Sobald ein alternatives Angebot in Form des Bereiches B (SA+) zur Verfügung steht (siehe auch Periode 3), sinkt die Aufenthaltsdauer im Bereich A und Bereich C jeweils um ca. die Hälfte der Aufenthaltsdauer im Bereich B. Eine längere Aufenthaltsdauer wird in Bereich B nur erreicht, wenn der Zugang zum Bereich D in Periode 7 offen, der Sandauslauf D selbst jedoch nicht zugänglich ist (S-). Ansonsten bewegt sich die Aufenthaltsdauer in Bereich B auf niedrigem Niveau (Anhang 21, Anhang 22).

Bei einer Zugangsmöglichkeit zum Sandauslauf steigt die Aufenthaltsdauer im Bereich D auf Werte von 24-30 %. Diese Verschiebung des Zeitbudgets geht besonders zu Lasten der Bereiche A und B (Abbildung 19).

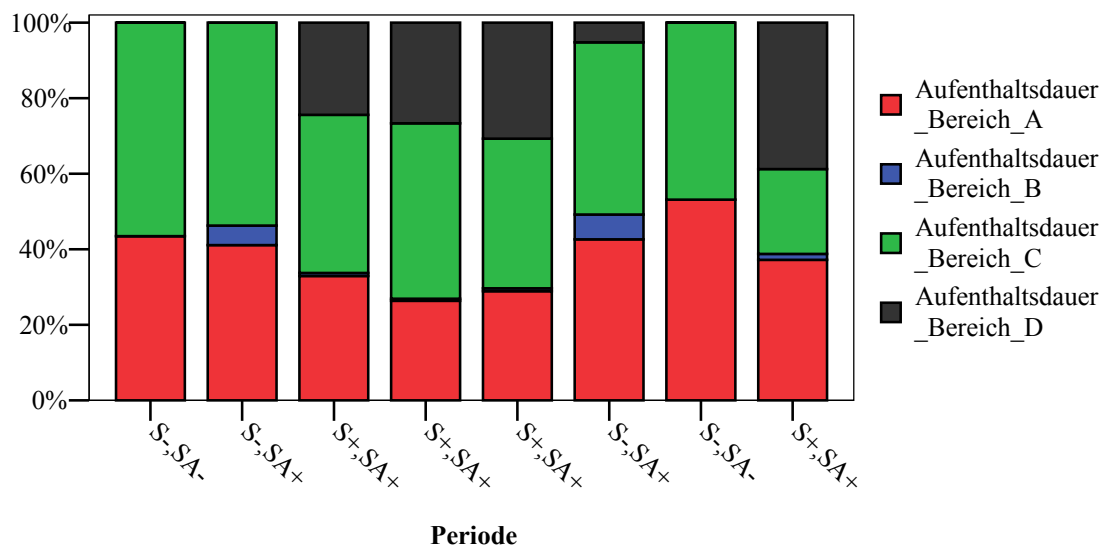


Abbildung 19: Mittlere Aufenthaltsdauer je Tier in Prozent des Tages in den Bereichen A bis D über die Perioden 2-9 des Versuch 1

Der Bereich C wird überwiegend in den Nachtstunden aufgesucht und erreicht damit bei einer Ruhephase von 21:30 Uhr bis 5:30 Uhr schon 30% der Tagessumme. Die Korrelation zwischen der Aufenthaltsdauer je Tier und Tag und der Anzahl Besuche in den einzelnen Bereichen ist bei allen direkten Kombinationen hoch signifikant ($p < 0,01$) (Anhang 23).

Während im Bereich A die Aufenthaltsdauer negativ mit der Anzahl der Besuch korreliert, ist für die anderen drei Bereiche ein positiver Korrelationskoeffizient von $r = 0,672$ (Bereich B), $r = 0,496$ (Bereich C) und $r = 0,514$ (Bereich D) festzustellen. Die negative Korrelation des Bereiches A ist darauf zurückzuführen, dass dieses Terrain bei allen Wechseln zwischen den Bereichen B-D als Passagefläche genutzt wird und daher kurze Aufenthaltszeiten vielen Besuchen gegenüberstehen.

Deutlich wird die Verteilung der Aufenthaltsdauer in der Analyse über den Verlauf mehrerer

Tage einer Periode. So ist in Abbildung 20 der Verlauf in Periode 4 dargestellt; die Schweine können hier das erste Mal beide Angebote aufsuchen. Nachdem im Bereich B in der vorherigen Periode noch eine mittlere Dauer von 5,18% gemessen wurde, fällt die Aufenthaltsdauer innerhalb eines Tages auf unter 1% und bleibt konstant.

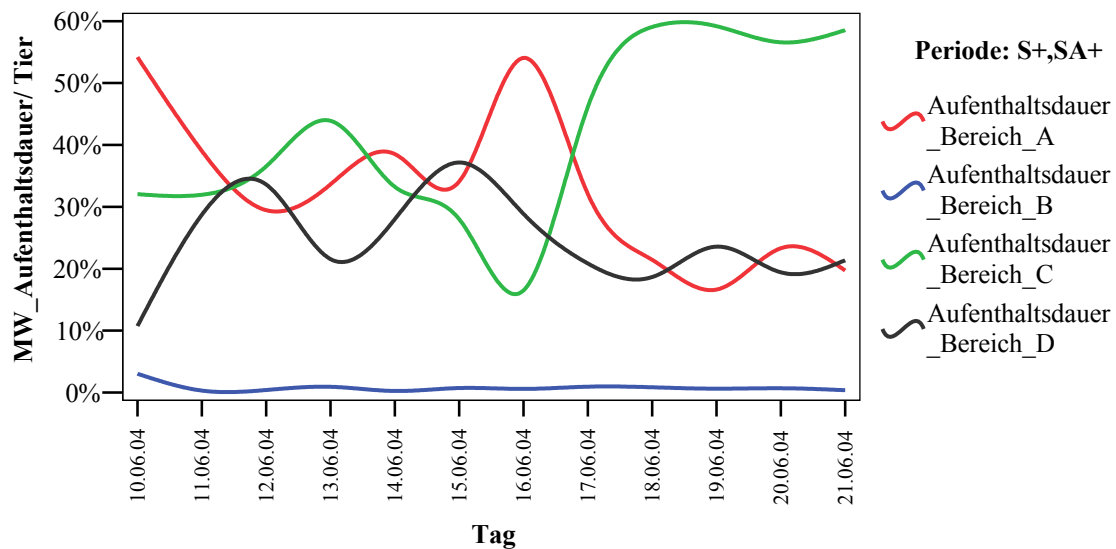


Abbildung 20: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen in Periode 4, Versuch 1

Die Zeit des einzelnen Besuches sinkt von 12:33 Minuten auf 3:11 Minuten und die Dauer zwischen zwei Besuchen in Bereich B steigt um fast vier Stunden auf 7:30:15 Stunden. (Anhang 30). Dagegen führt die Öffnung des Bereiches D hier zu einer Aufteilung der Zeitanteile der Bereiche A und C. So geht das Zeitbudget, das für den Bereich D aufgewendet wird, wechselnd zu Lasten des Zeitbudgets von Bereich A und C. Dieser Sachverhalt bleibt auch bestehen während der zwei folgenden Perioden (beide Beschäftigungsbereiche offen). Die mittlere Dauer der Besuche erreicht in diesen drei Perioden Werte von 0:49:21 bis 1:10:54 Stunden bei einer mittleren Zeitspanne zwischen zwei Besuchen von 2:08:37 bis 2:39:20 Stunden.

Mit dem Verschließen des Sandareals in Periode 7 sinkt die Aufenthaltsdauer in Bereich C innerhalb von vier Tagen auf das nun etwas angestiegene Niveau der Aufenthaltsdauer des Bereiches B (Abbildung 21). Die Dauer der einzelnen Besuche gleicht sich hier ebenfalls auf ca. 21 bis 25 Minuten an. Die Zeit zwischen zwei Besuchen steigt nur für den Bereich D auf deutlich über sechs Stunden und für Bereich B auf relativ gleiches Niveau wie zuvor (7:28:45 Stunden). Auffällig ist an dieser Stelle die gegenläufige Entwicklung der beiden Kurven von Bereich A und Bereich C zu beobachten. Erst am zehnten Tag kommt es zu einer Veränderung dieser Beziehung, in deren Folge die Aufenthaltsdauer von Bereich C sinkt und es zu einer Zunahme des Aufenthalts in Bereich A, B und D kommt.

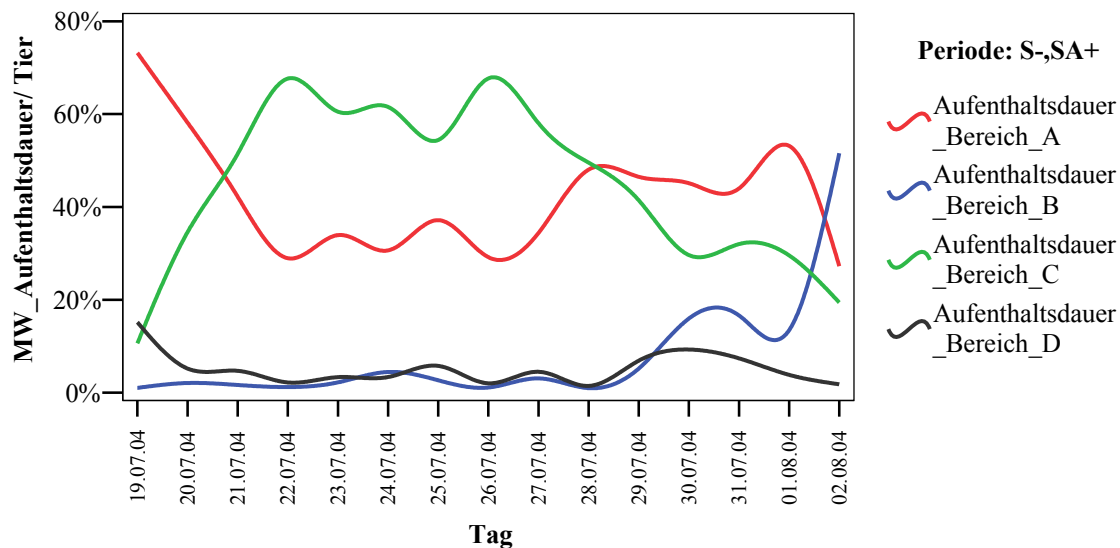


Abbildung 21: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 7, Versuch 1

In der letzten Periode 9 stehen beide Beschäftigungsbereiche wieder zur Verfügung. Die Aufenthaltsdauer für den Bereich D steigt innerhalb von zwei Tagen auf das Niveau von über 30% und über zwei Stunden mittlere Aufenthaltsdauer je Besuch. Der Bereich B wird wieder nur in sehr geringem Maße genutzt (Abbildung 22).

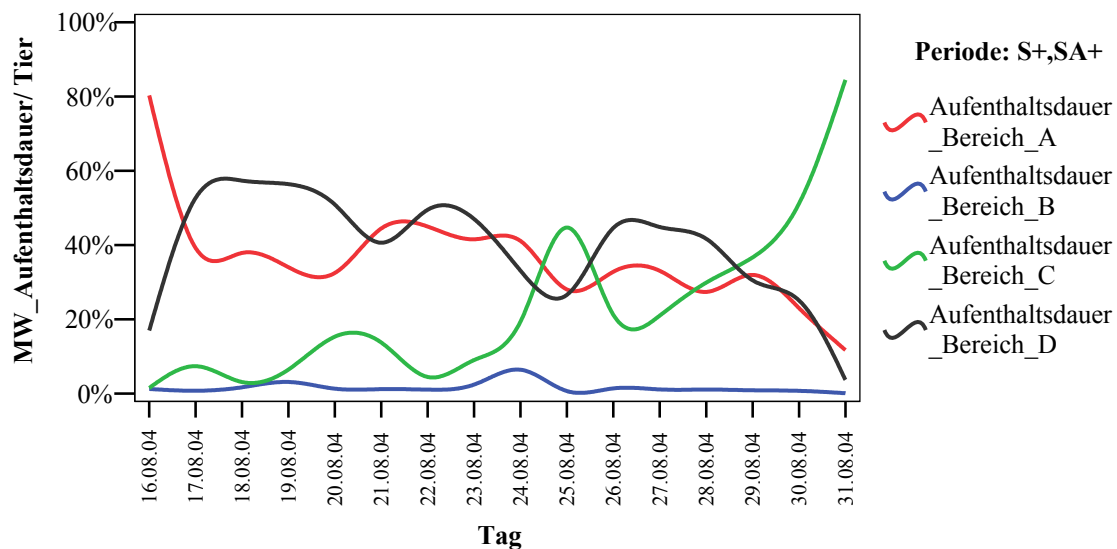


Abbildung 22: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 9, Versuch 1

Sowohl hinsichtlich der mittleren Aufenthaltsdauer je Besuch (B: 0:14:00 Stunden, D: 2:02:20 Stunden) als auch der Zeit zwischen zwei Besuchen zeichnet sich der Bereich B durch eine deutlich geringere Nutzung gegenüber dem Bereich D aus (Anhang 24, Anhang 25). Kongruent zu der Entwicklung des Bereiches D verhält sich auch die Aufenthaltsdauer im Bereich A.

Der Zeitanteil für die gesamte Nahrungsaufnahme als Teil der Aufenthaltszeit im Bereich A beträgt im Mittel zwischen 4 und 6,1 % des Tages (Tabelle 19).

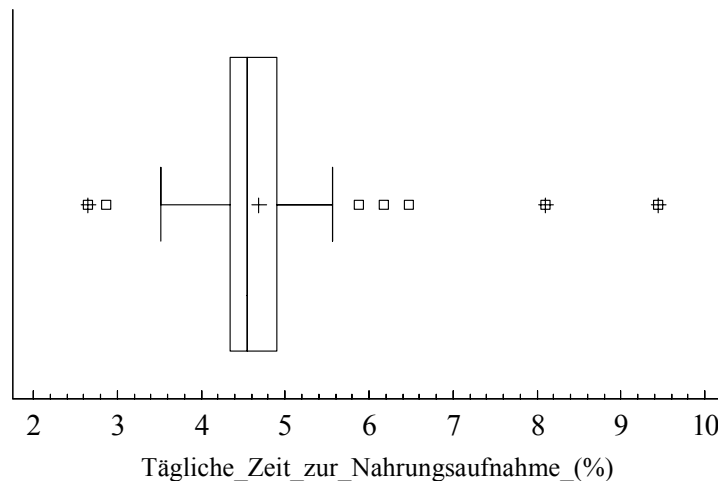


Abbildung 23: Anteil der täglichen Zeit zur Nahrungsaufnahme (%) je Tier und Tag, Versuch 1

Dabei zeichnet sich trotz der Ausgeglichenheit ein erhöhter Zeitaufwand in den Perioden mit weniger Beschäftigungsmöglichkeiten ab. Besonders an den Tränkestellen kommt es zu einer deutlichen Steigerung. Den gesamten Versuch betrachtet fällt auf, dass die Zeit zur Nahrungsaufnahme relativ geringen Schwankungen unterliegt (Abbildung 23).

Die errechnete mittlere Futteraufnahme je Minute beträgt 45g (Tabelle 20). Ein weiterer Parameter ist die Futtermittelnutzung. Sie beträgt 2,67 kg Futter je kg Lebendgewichtszunahme. Die mittleren täglichen Zunahmen liegen bei 925 g (Anhang 26).

Tabelle 20: Statistik zu Parametern der Futteraufnahme je Tier, Versuch 1

	Summe Futteraufnahme (kg)	Summe Fresszeit (Minute)	Futtermittelnutzung (kg:kg)	Futteraufnahme Minute (kg/Minute)
MW	226,30	84:42:06	2,67	0,045
Max	266,65	110:13:10	3,13	0,058
Min	107,06	55:36:47	2,15	0,032

Der Futterautomat FA 2 wird im Vergleich zum Futterautomaten FA 1 bevorzugt aufgesucht. So ist die summierte Nutzungsdauer beim Futterautomaten FA 2 im Mittel 11% höher. Die Nutzungshäufigkeit ist sogar um 16% höher. Die Besuchsdauer unterscheidet sich dagegen nur marginal (FA 1: 2:23 Minuten, FA 2: 2:20 Minuten) (Anhang 27). Die Korrelation Anzahl der Besuche und Fresszeit ist hoch signifikant und beträgt für den Futterautomaten FA 1 $r=0,55$ und für den Futterautomaten FA 2 $r=0,489$ (Anhang 28).

Das Verhältnis von aufgewendeter Zeit zur aufgenommenen Menge Futter eines Tages und Tier weist darauf hin, dass ein enger Zusammenhang zwischen diesen beiden Einflussgrößen besteht ($r^2 > 0,611$) (Abbildung 24). Außerdem ist zu erkennen, dass die Schweine am Futterautomaten FA 1 häufiger lange Fressezeiten aufweisen, die großen Futtermengen dagegen überwiegend am stärker präferierten Futterautomaten FA 2 aufgenommen werden.

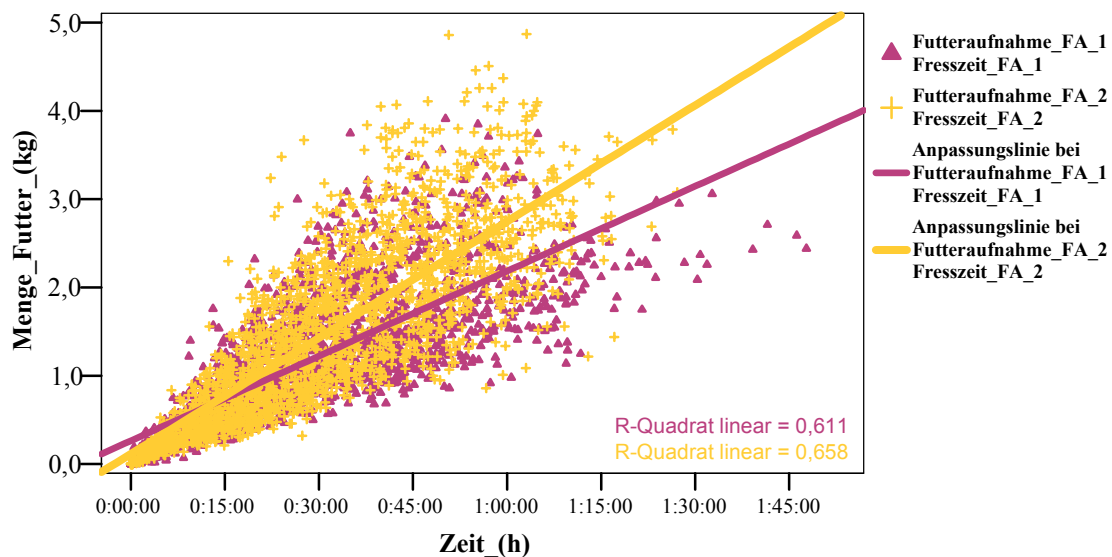


Abbildung 24: Verhältnis von Futteraufnahmemenge (kg) zur dazu aufgewendeten Fresszeit je Tier und Tag (h) an den zwei Futterautomaten FA 1 und FA 2

Des Weiteren zeigt sich ein z. T. deutlicher höherer Nutzungsanspruch der Tränke WS 6 gegenüber der Tränke WS 5. Im Mittel ist die summierte Nutzungsdauer von Tränke WS 6 151 % höher als die von Tränke WS 5. Der Korrelationskoeffizient von Trinkzeit zur Anzahl Besuche für die beiden Tränken beträgt für Tränke WS 5 $r=0,786$ ($p<0,01$) und für Tränke WS 6 $r=0,472$ ($p<0,01$) (Anhang 28). Die Dauer des Einzelbesuches unterscheidet sich zwischen den beiden Tränken jedoch nur um zwei Sekunden (WS 5: 16 Sekunden, WS 6: 14 Sekunden).

5.1.1.1.3 Besuchszeitpunkt

Im Tagesverlauf ergibt sich für den Mittelwert der Anzahl Besuche an allen Erkennungen über den gesamten Versuchszeitraum folgendes Bild. Einer Phase geringer Aktivität folgt ab Stunde 5 ein deutlicher Anstieg bis Stunde 8 (Abbildung 25). Auf diesem Niveau verbleibt die Frequenz der verschiedenen Erkennungsstellen bevor in Stunde 10 die erste von zwei Spitzen auftritt. Dieser ersten Spitze folgt bei fallender Besuchsfrequenz eine Ruhephase mit dem Tiefpunkt in Stunde 15. Nach Stunde 16 zeichnet sich wiederum ein starker Anstieg bis zum Hochpunkt um Stunde 18 bzw. 19 ab (Anhang 29).

Dieser geht anschließend in die nächtliche Ruhephase über. Bemerkenswert ist, dass auch in den Nachtstunden von den Schweinen Besuche an den Wasser- und Futterstellen vorgenommen werden. Je nach dem Ort des Ruhens der Schweine geht ein Ortswechsel dann auch mit einer aufgezeichneten Frequenz der Aufenthaltsbereiche B-D einher. Den höchsten Anteil an der biphasischen Gesamtfrequenz über den Tagesverlauf haben die Tränke WS 6 und in ähnlich starker Ausprägung Tränke WS 5 und Futterautomat FA 2.

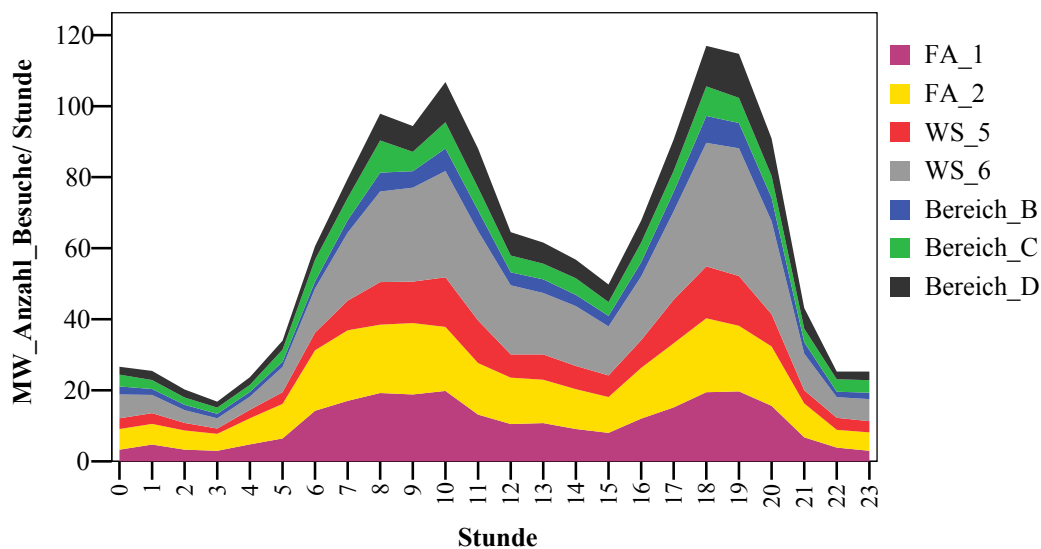


Abbildung 25: Anteile der mittleren Anzahl Besuche je Stunde (n) an den Erkennungsorten im Tagesverlauf

Im speziellen Vergleich der Anzahl Besuche über 24 Stunden in den zwei Beschäftigungsbereichen und dem Ruhebereich ist im Verlauf der Mast folgende Entwicklung festzustellen (Abbildung 26).

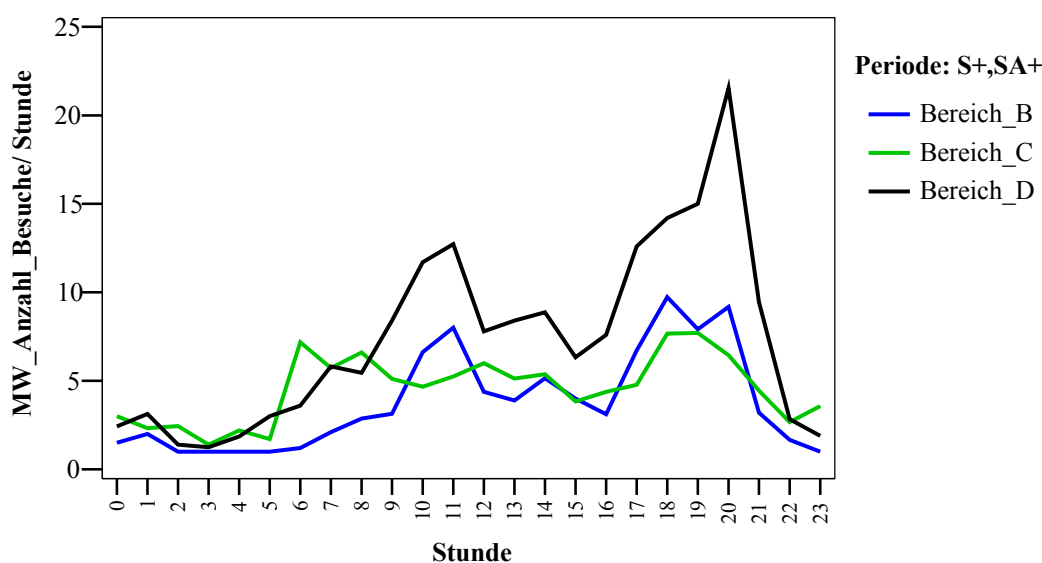


Abbildung 26: Biphasischer Tagesrhythmus der Anzahl Besuche je Stunde (n) an den Beschäftigungsangeboten, Beispiel Periode 4 (S+,SA+)

Wie am Beispiel der Periode 4 (S+,SA+) zu sehen ist, zeigen die Beschäftigungsbereiche auch zu Beginn der Versuchsperiode den zuvor aufgezeigten biphasischen Tagesrhythmus. Bereich C weist eine ähnliche Ausprägung lediglich nur in Ansätzen auf. Für die beiden Beschäftigungsbereiche ändert sich der Tagesrhythmus im Verlauf der Mast nur in zwei Punkten: erstens verschiebt sich die aktive Phase aufgrund der früher aufgehenden Sonne weiter in die Morgenstunden und zweitens nimmt das Aktivitätsniveau um ca. 50% ab. Dies wird unterstrichen durch die Betrachtung der Summe der mittleren Besuche aller Tore in den

verschiedenen Perioden. So zeigen die Schweine auch einen biphasischen Tagesrhythmus über die verschiedenen Perioden hinweg. Das Aktivitätsniveau variiert dabei zwischen den Perioden. Klare Ruhephasen zeichnen sich über alle Perioden in der Zeit von Stunde 22 bis 4 des Folgetages ab. Doch auch in den Nachtstunden sind Aktivitäten festzustellen, wobei die höchste Aktivität im Tagesverlauf in der Periode 5 (schwarze Linie S+,SA+) zu finden ist (Abbildung 27).

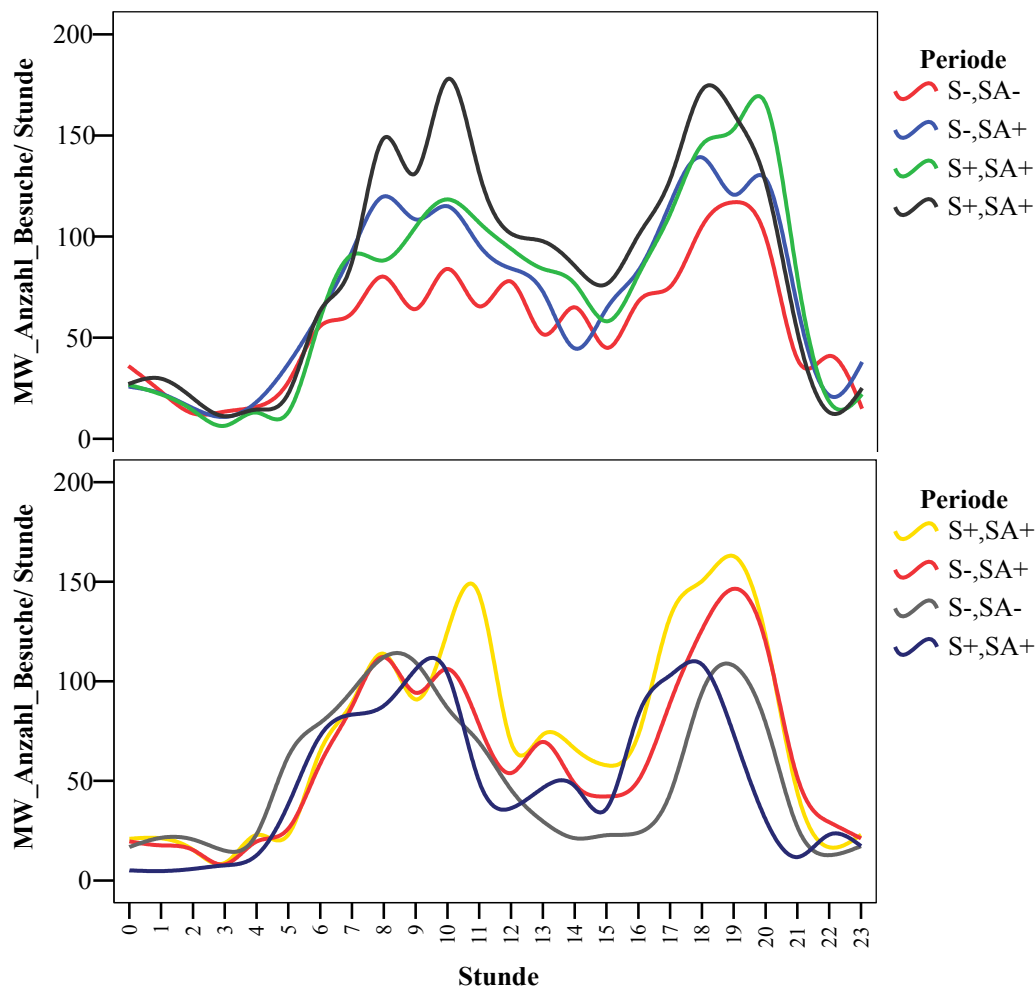


Abbildung 27: Mittlere Anzahl Besuche (n) aller Erkennungen je Stunde im Tagesverlauf und Periode 2-9, Versuch 1

Die niedrigste Aktivität ist gegen Ende der Versuchsphase (Periode 8 und 9) mit einer ausgeprägten Ruhephase in der Tagesmitte festzustellen. Des Weiteren weist die erste Periode S-,SA- (rote Linie) insgesamt ebenfalls ein niedriges Niveau auf, wobei relativ regelmäßige Schwankungen auftreten.

Insgesamt ist bei Perioden mit einem Angebot von Strohaumat und Beschäftigung ein erhöhtes Aktivitätsniveau zu finden. Besonders in den Vormittags- und frühen Abendstunden kommt es hier zu starken Aktivitätsschüben. Eine Ausnahme stellt die Periode 7 (S-,SA+) dar, in der die Schweine ähnlich aktiv sind.

Die mittlere Dauer der Einzelbesuche ergibt sich aus der Registrierung eines Tieres beim Verlassen von einem der drei Aufenthaltsbereiche B-D. Die drei Werte zur Aufenthaltsdauer im Bereich A errechnen sich aus der Zeit von der letzten Erkennung beim Verlassen der Bereiche B-D bis zum darauffolgenden Betreten von einem der Bereich B-D.

Die Dauer der einzelnen Aufenthalte verändert sich im Tagesverlauf gravierend und stellt letztlich eine gegenteilige Entwicklung zur Anzahl Besuche im jeweiligen Bereich dar (Abbildung 28).

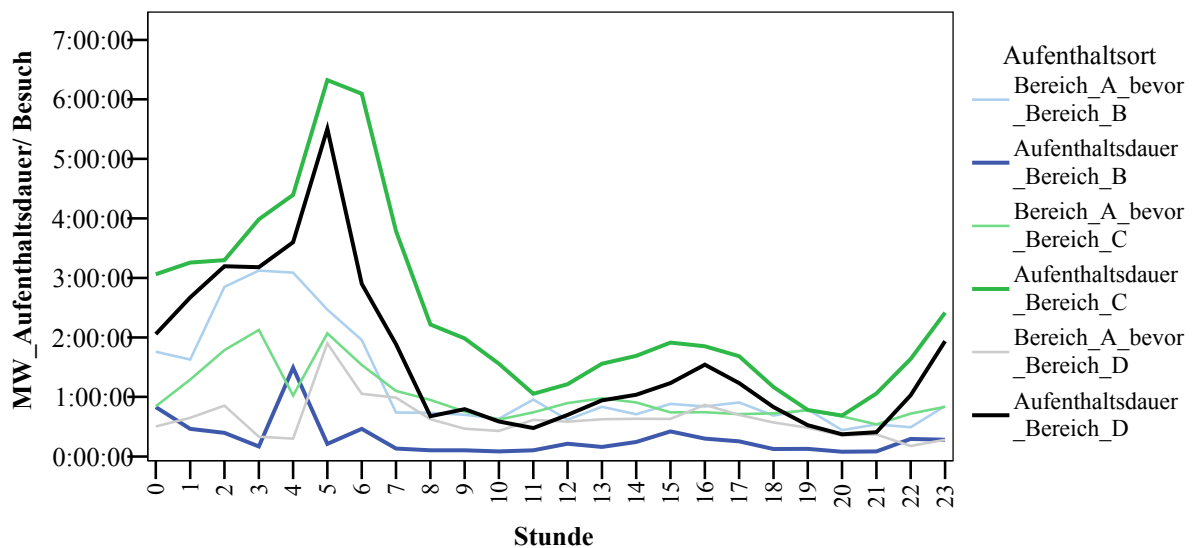


Abbildung 28: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer (%) je Besuch in den Bereichen A-D im Tagesverlauf, Versuch 1

Die ausgiebigsten Besuche von mehr als vier Stunden werden im Mittel des Versuchs in den frühen Morgenstunden nach der Nachtruhe für die Bereiche C und D aufgezeichnet. Deutlich zeigt sich hier ein paralleler Verlauf der Aufenthaltsdauer in den beiden Bereiche Ruhen und Sandauslauf, wobei das Ruhen (C) immer einen größeren Wert einnimmt als der Sandauslauf (D) (Anhang 30). Der Bereich des Strohautomaten wird nur selten länger als 30 Minuten aufgesucht. Im Tagesverlauf sinkt die mittlere Besuchsdauer der drei genannten Bereiche bis auf ein Minimum in Stunde 10-11. Stattdessen stabilisiert sich ab diesem Zeitraum bis zum Abend die mittlere einzelne Aufenthaltsdauer im Bereich A auf ca. 45 Minuten. In den Mittagsstunden von Stunde 12 bis 16 ist ein Anstieg der mittleren Besuchsdauer in den Bereichen B-D festzustellen.

In der detaillierten Betrachtung der zwei Beschäftigungsbereiche B und D in den zwei aufeinander folgenden Perioden 6 und 7 zeigt sich die große Abhängigkeit der Besuchsdauer und der Verfügbarkeit des entsprechenden Angebots (Abbildung 29). Während in Periode 6 (S+,SA+) besonders der Bereich des Sandauslaufes in den Nachtstunden und in den Mittagsstunden Besuchsdauern von weit über einer Stunde aufweist, so ist für den Bereich des

Strohautomaten im gesamten Tagesverlauf nur eine geringfügige Steigerung erkennbar (ca. 5 Minuten). Deutlich wird auch, dass die hohen mittleren Aufenthaltszeiten gekennzeichnet sind durch eine hohe Standardabweichung.

In der folgenden Periode 7 (S-,SA+) bei abgesperrtem Sandbereich ändert sich die Situation. Nun wird der Bereich Strohautomat in den Nachtstunden von den Tieren länger genutzt als der Bereich D, es zeigt sich ebenfalls eine Zunahme der Besuchsdauer in den Mittagsstunden im Bereich B auf über 30 Minuten. Der Bereich D weist insgesamt einen ansteigenden Verlauf der Besuchsdauer mit fortschreitender Tageszeit auf, übertrifft jedoch das Niveau des Bereiches B nur vereinzelt. Auch in dieser Periode sind lange Besuchszeiten mit einer hohen Standardabweichung verbunden ($s\% \geq 100$).

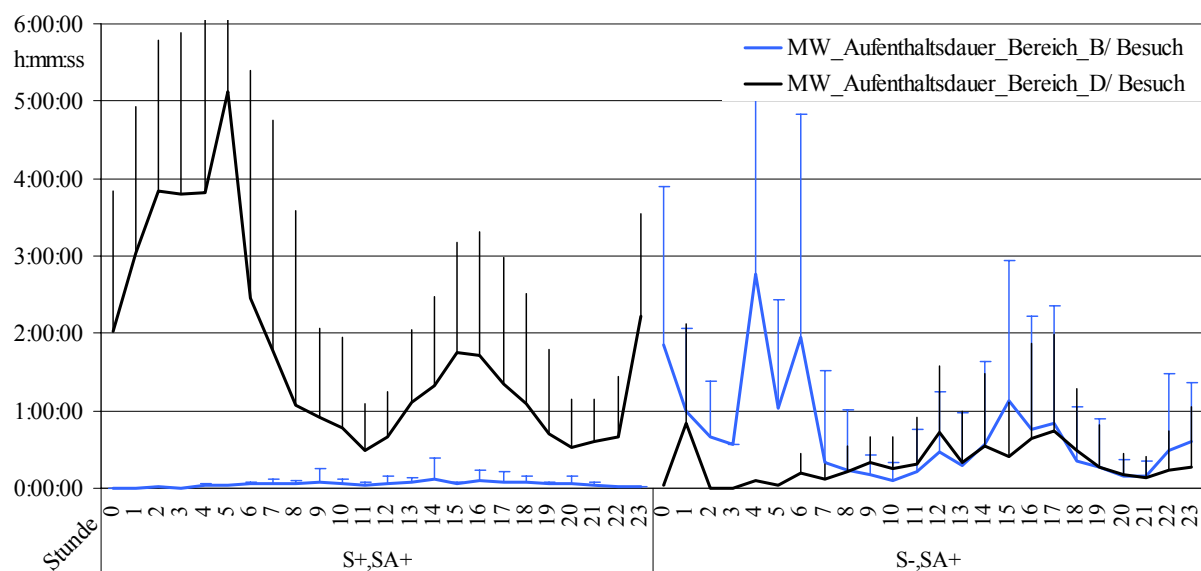


Abbildung 29: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer je Besuch in den Beschäftigungsbereichen B und D im Tagesverlauf in den zwei Perioden 6 (S+,SA+) und 7 (S-,SA+), Versuch 1

5.1.1.2 Betrachtung der Individualität

5.1.1.2.1 Erkennungsort

Mittels der Sensortechnik wurden die 22 Schweine an den zehn verschiedenen Erkennungsstellen in diesem Versuch im Mittel 6315 Mal registriert (Abbildung 30). Der Median beträgt 6076. Die Standardabweichung zählt 1452 bei einem Maximum bei 9604 und einem Minimum von 3736 Besuchen je eines Tieres. Die Verteilung der Daten kann als normalverteilt angenommen werden.

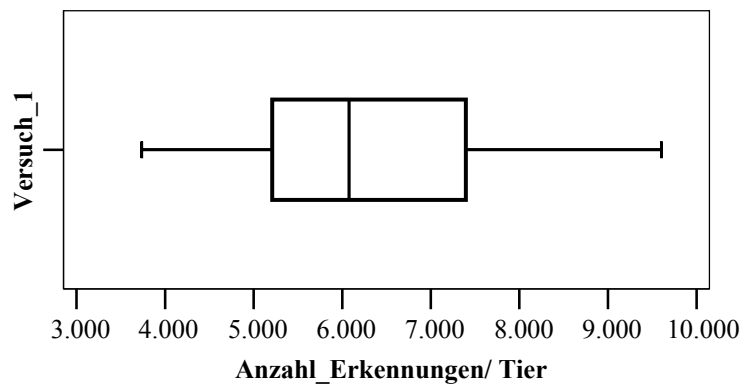


Abbildung 30: Anzahl Besuche der Tiere (n) an allen Erkennungsstellen im Versuch 1

Der Vergleich der Tiere innerhalb der Perioden 5 (S+,SA+), 6 (S+,SA+) und 7 (S-,SA+) zeigt für die zwei Beschäftigungsbereiche Stroh und Sand ein differenziertes Bild (Abbildung 31).

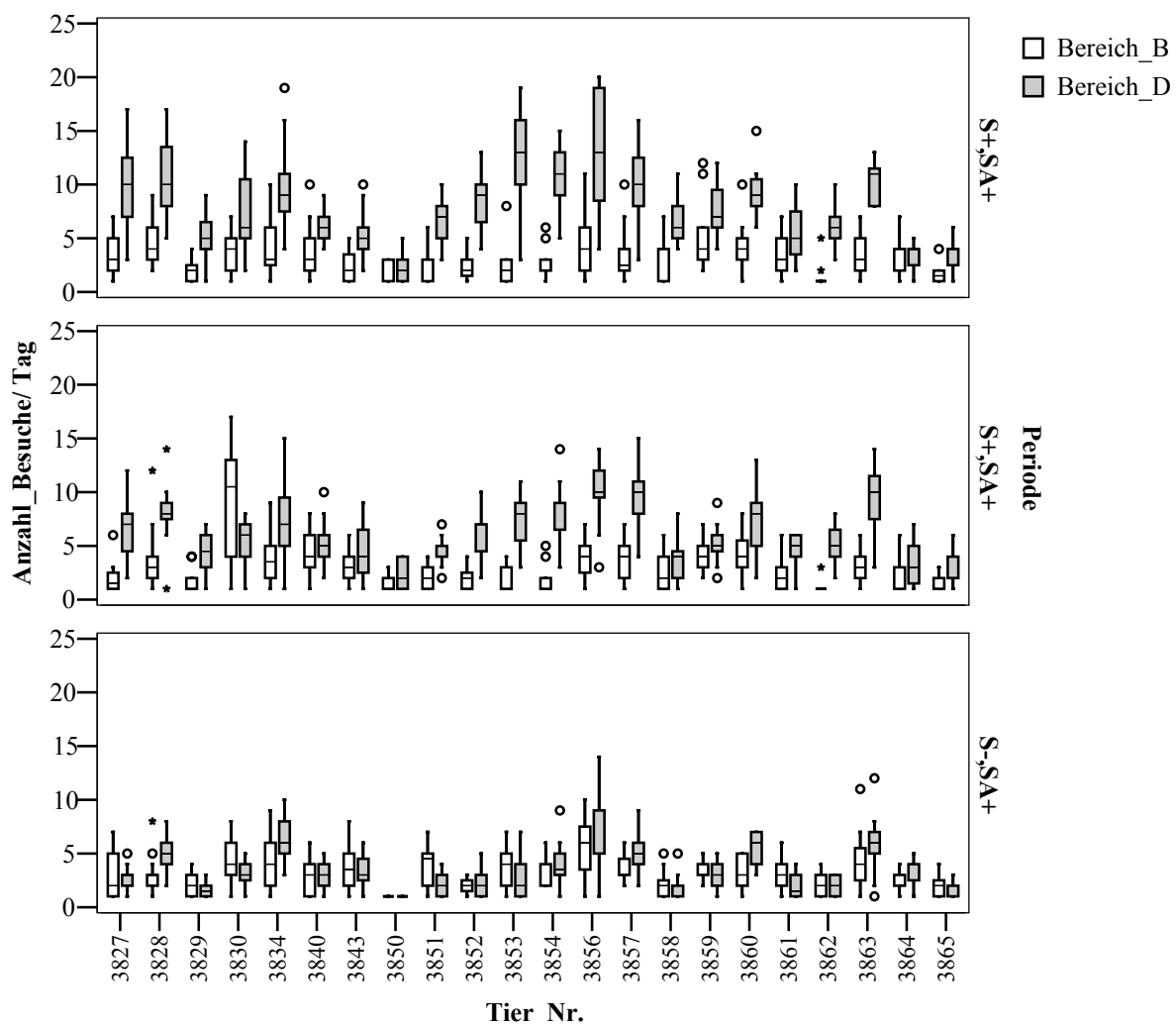


Abbildung 31: Anzahl Besuche je Einzeltier und Tag (n) in den Bereichen B und D während der Perioden 5-7, Versuch 1

Die Unterschiede zwischen Schweinen mit einem hohen und einem niedrigen Aktivitätsniveau sind beträchtlich. Es scheint jedoch, dass das potentielle Aktivitätsniveau eines Schweins festgelegt ist. Schweine, die in der frühen Versuchsphase sehr aktiv sind,

zählen auch im weiteren Verlauf und unabhängig vom Angebot in ihrer Haltungsumwelt zu den aktiveren Tieren. Dies lässt sich auch an den deutlichen Unterschieden in der Standardabweichung und der Größe des Interquartilbereiches 25%-75% festmachen.

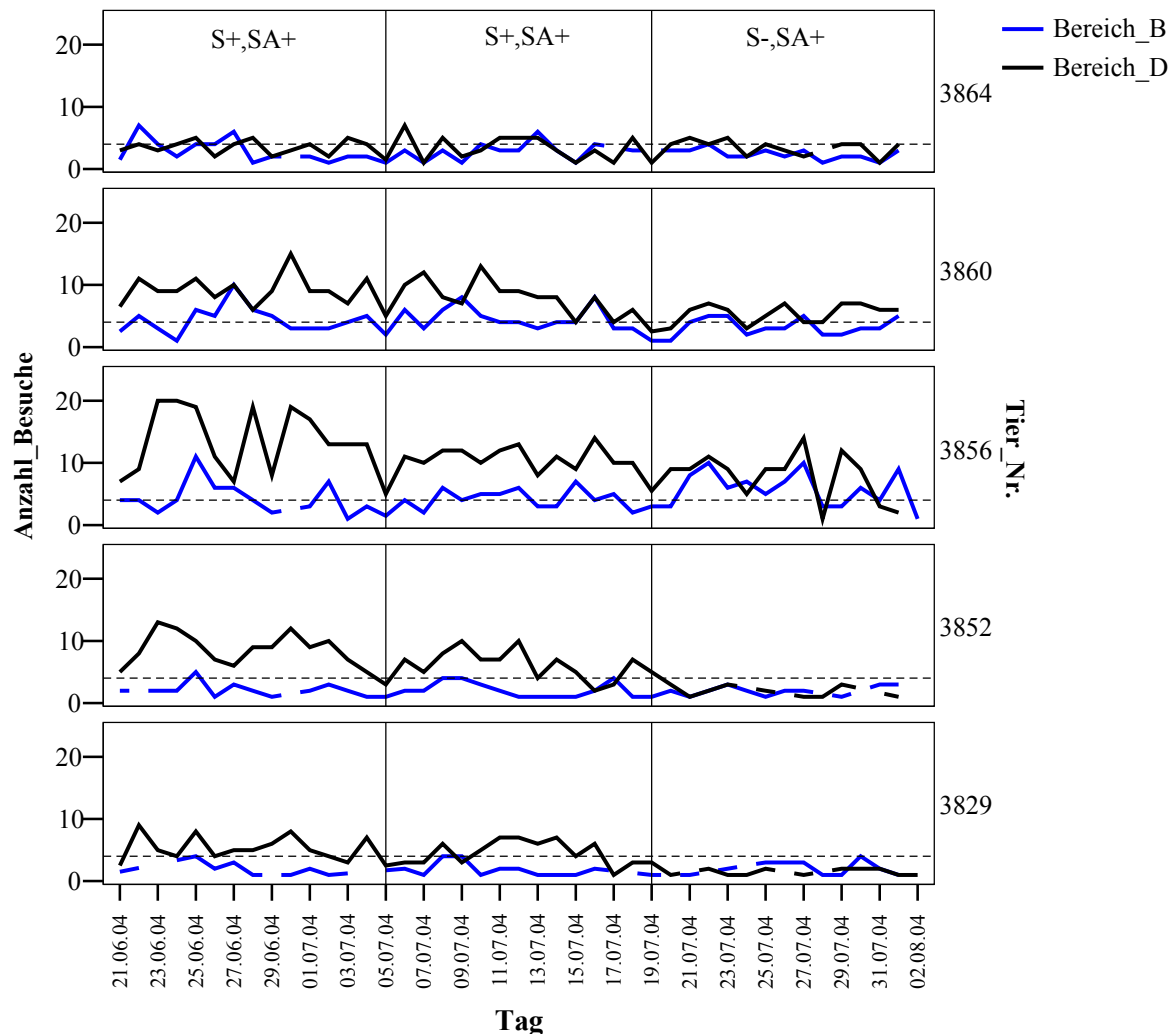


Abbildung 32: Verlauf der Anzahl Besuche je Tag (n) von fünf Schweinen in den Bereichen B und D während der Perioden 5-7, Versuch 1 (MW Bereich B&D = gestrichelte Linie)

Außerdem bleibt festzustellen, dass sich die Besuchsfrequenz als ein Merkmal der Präferenzbeschreibung über die gesamte Gruppe betrachtet als relativ homogen darstellt. So sind in Periode 5 (S+,SA+) nur drei Schweine beobachtet worden, welche den Bereich D nicht eindeutig häufiger besuchen. In der darauf folgenden Perioden zeigt nur das Tier 3830 eine höhere Präferenz für den Bereich B. Fünf weitere Schweine zeigen eine geringer werdende Präferenz für den Bereich D. Das Quartil 50-75 des Bereiches B entspricht mindestens dem Quartil 25-50 des Bereiches D. In Periode 7 (S-,SA+) ist der Sandauslauf nicht mehr erreichbar. Fast 50% der Schweine besuchen nun am häufigsten den Bereich B. Auch die anderen Schweine präferieren nun den Bereich D geringer und es kommt zu einer Angleichung der beiden Häufigkeitsverteilungen.

Die in Abbildung 32 über einen Zeitraum der drei Perioden 5-7 dargestellten Verläufe Anzahl Besuche je Tag verdeutlichen nochmals die Individualität der Schweine. So sind bei den fünf aufgrund ihrer Unterschiedlichkeit gegenüber dem Gruppenmittel ausgewählten Schweinen die verschiedenen Aktivitätsniveaus gut zu erkennen. Während z.B. Tier 3864 keine deutliche Präferenz für einen Bereich zeigt und beide Kurven zudem relativ nah beieinander unterhalb des Mittelwertes verlaufen, ist bei Tier 3856 ein völlig anderes Bild zu sehen. Dieses Schwein zieht den Bereich D dem Bereich B deutlich vor und selbst der weniger präferierte Bereich erreicht ein Niveau oberhalb des Mittelwertes. Interessant ist auch die unterschiedliche Entwicklung nach dem Übergang von Periode 6 zu Periode 7: Während Tier 3864 fast keine Veränderung in seinem Verhalten vornimmt, gleichen sich die zwei Kurven bei den anderen Schweinen zunehmend an. Allerdings bedeutet dieses Angleichen in dem einen Fall, dass das Niveau der Besuch im Bereich D etwas absinkt und das Niveau des Bereichs B ansteigt. Im zweiten Fall heißt dies, dass der Bereich B relativ konstant bleibt und der Bereich D auf dieses Niveau absinkt und keine Präferenz mehr festzustellen ist.

Die differenziert zu betrachtenden Präferenzen der Schweine führen schließlich noch zu einem weiteren wichtigen Aspekt hin. So ermöglichen die Sensordaten eine Analyse darüber, wie viele verschiedene Tiere an einem Tag ein spezielles Angebot aufgesucht haben. Während die drei Erkennungsorte FA 2, WS 5 und der Ruhebereich C überwiegend von allen Schweinen an jedem Tag genutzt werden, kommt es bei den anderen Erkennungen zu einem heterogenen Auftreten (Abbildung 33).

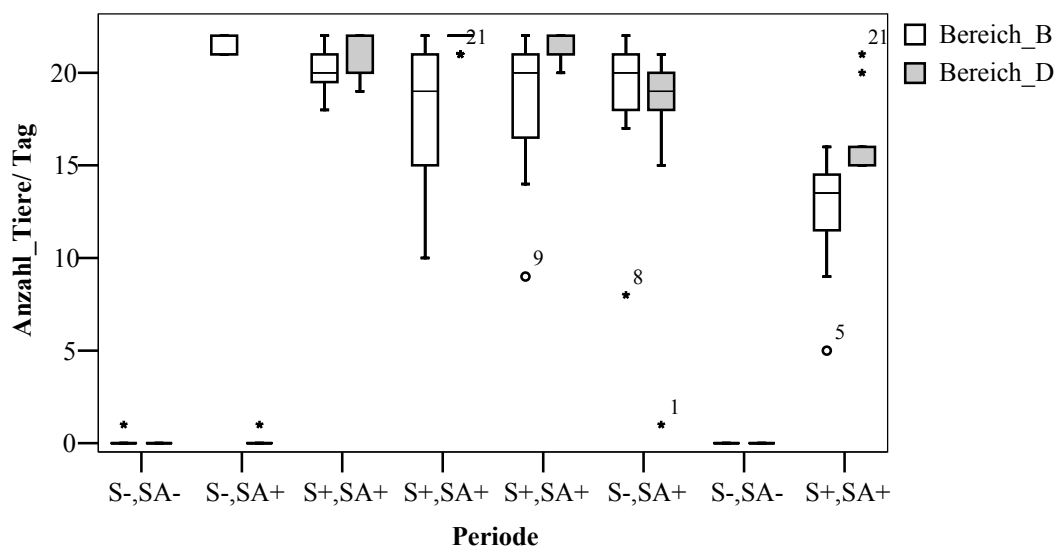


Abbildung 33: Anzahl unterschiedliche Tiere je Tag (n) an vier ausgewählten Erkennungen in den Perioden 2-9, Versuch 1

Nicht jedes Schwein sucht demnach an jedem Tag alle ihm zur Verfügung stehenden Bereiche auf. Der Bereich D gibt durch eine engere Ausprägung vom Quartil 25-75 hier einen

Hinweis auf seine höhere Akzeptanz bei den Schweinen gegenüber dem Bereich B. Dennoch gibt es Tiere, die den Sandauslauf tageweise gemieden haben. Signifikante Unterschiede sind hier für Bereich B allerdings nur zwischen Periode 4 (S-,SA+) und 5 (S+,SA+) und für den Bereich D zwischen Periode 7 (S+,SA+) und 8 (S-,SA+) festzustellen ($p < 0,05$) (Anhang 31, Anhang 32). Weiterhin weisen die Anzahl der Tiere an Tränke WS 5 große Unterschiede auf. Die Perioden 3 bis 7 unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).

Die durchgeführte hierarchische Clusteranalyse zeigt, dass in der Kombination Anzahl Besuche je Erkennungsort und Tag und der Aufenthaltsdauer in den vier Bereichen je Tag einige Schweine ähnliche Verhaltensstrukturen entwickeln (Abbildung 34).

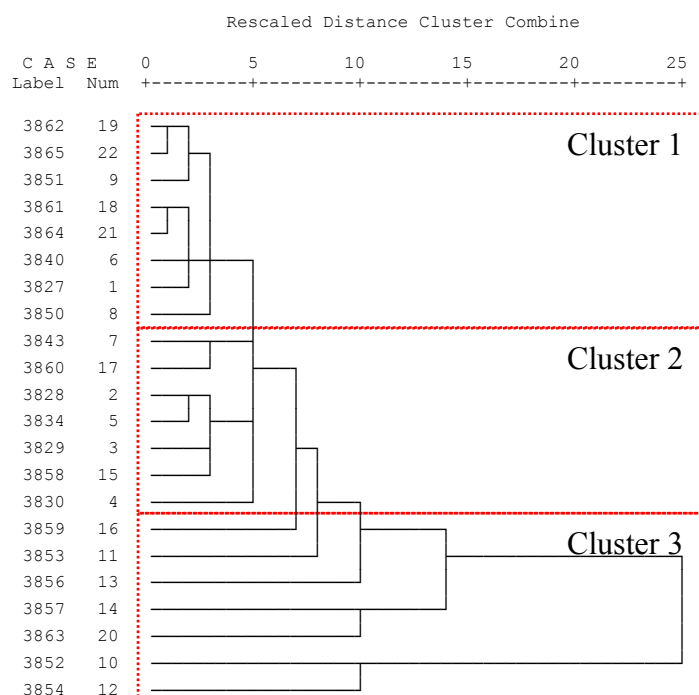


Abbildung 34: Clusteranalyse über Anzahl Besuche je Erkennung und Aufenthaltsdauer je Bereich und Tag je Einzeltier, Versuch 1

So können insgesamt drei Clusterunterteilungen gebildet werden. Die acht Tiere im ersten Cluster haben eine Distanz von < 3 und sind mit den nächsten sieben Tieren des Clusters 2 relativ nah auf einer Distanzebene von maximal fünf verknüpft. Die im Cluster 3 befindlichen sieben Tiere zeigen überwiegend eine Einzelposition und sind mit den anderen Tieren auf einem höheren Distanzniveau von > 7 verbunden. Die u.a. in Abbildung 32 dargestellten individuellen Charakteristiken der Einzeltiere sind gut über die Clusteranalyse weiter zu spezifizieren. So gehören die zwei Tiere 3829 und 3860 hier dem gleichen Cluster 2 an, da die Verläufe Abbildung 32 zwar auf etwas unterschiedlichem Niveau, aber gleichmäßiger verlaufen als die Vergleichsdaten zum im Cluster 1 lokalisierten Tier 3864. Deutlich wird auch hier, dass die zwei Tiere 3856 und 3852 exponierte Stellungen einnehmen.

Aus den Daten dieser Analyse und einer relativ zueinander nahen Cluster-Position der Tiernummern lässt sich jedoch nicht prinzipiell auf eine ähnliche Verhaltensstruktur unter Geschwistern schließen. Dafür müsste eine detailliertere Auswertung des Beziehungsgefüges im zeitlichen Verlauf vorgenommen werden.

5.1.1.2.2 Aufenthaltsdauer

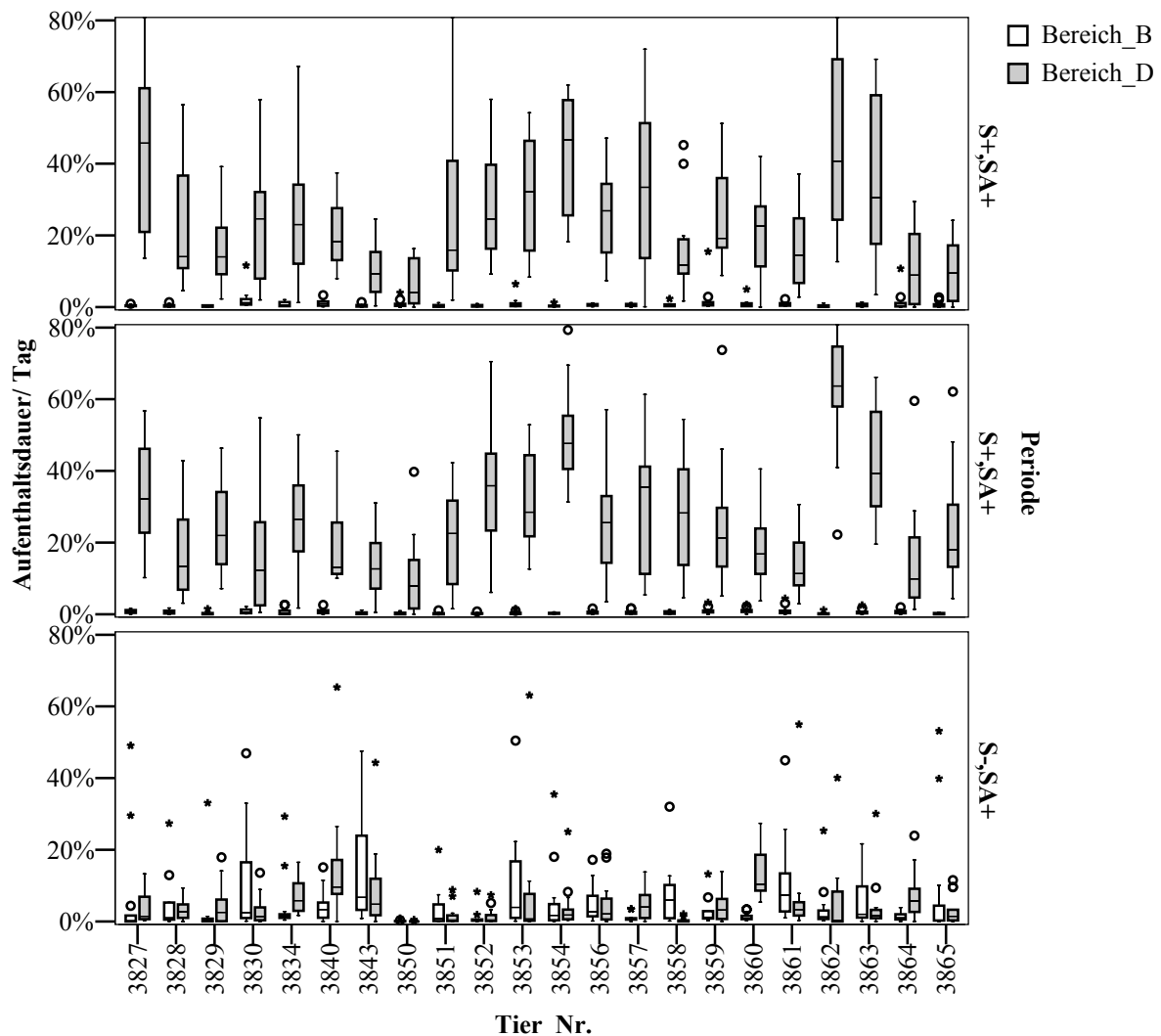


Abbildung 35: Aufenthaltsdauer (%) je Einzeltier und Tag in den Bereichen B und D während der Perioden 5-7, Versuch 1

Bei einer gleichzeitigen Verfügbarkeit der beiden Beschäftigungsbereiche (Periode 5-6) halten sich alle Schweine signifikant länger im Bereich D auf ($p < 0,01$) (Abbildung 35, Anhang 22).

Während der Anteil an Aufenthaltsdauer im Bereich B bei allen Tieren gegen Null geht, weist die Aufenthaltsdauer im Bereich D mindestens 10% auf. Bemerkenswert ist, dass die Schweine die ein höheres Aktivitätsniveau aufweisen und die Bereiche häufiger besuchen, gleichzeitig auch die längste Aufenthaltsdauer im Bereich D aufweisen.

Nur wenige Tiere erreichen die lange Aufenthaltsdauer im Bereich D mit nur wenigen Besuchen (z.B. 3862, 3863). Zwischen diesen beiden Perioden bleibt die Struktur der zeitlichen Aufteilung in den zwei Bereichen nahezu gleich. Umso deutlicher reagieren die Schweine, wenn der Sandauslauf nicht mehr verfügbar ist. Die Aufenthaltsdauer im Bereich D geht bei allen Tieren stark zurück und wird bis auf wenige Ausnahmen auch nicht in eine verlängerte Aufenthaltsdauer im Bereich B umgelenkt. Auch hier sind die individuellen Unterschiede von im Mittel 0,11-15,58% (Bereich B) und 0,04-15,4% (Bereich D) zwischen den Schweinen offensichtlich.

5.1.1.2.3 Besuchszeitpunkt

Die Schweine sind in der Versuchsanlage in ihrer Bewegung nicht eingeschränkt und auch die Futteraufnahme erfolgt ad-libitum. Daher können die Tiere ihren Tagesablauf frei einteilen. Es entwickeln sich verschiedene und individuelle Tagesabläufe (Abbildung 36). Dies lässt sich besonders gut an der aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausprägung der Besuchsfrequenz im tageszeitlichen Verlauf gewählten Tiere 3834, 3858 und 3859 aufzeigen.

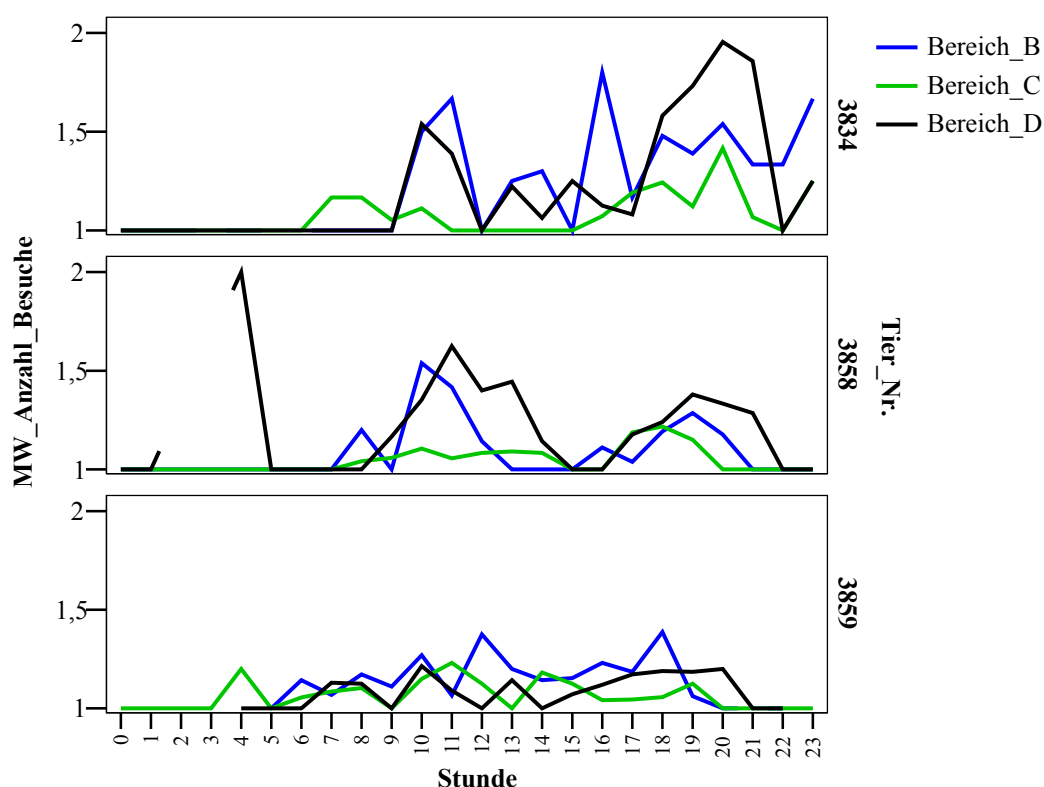


Abbildung 36: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf in den Bereichen B-D, Versuch 1

Während beispielsweise Tier 3834 in den frühen Morgenstunden nur eine eingeschränkte Aktivität bzgl. der Beschäftigungsbereiche und den Orten der Nahrungsaufnahme zeigt, ändert sich dieses mit zunehmender Aktivität beginnend in den Vormittagsstunden

(Abbildung 37).

Tier 3858 weist dagegen für die Aufenthaltsbereiche einen deutlich biphasischen Tagesrhythmus auf, der auch mit Ausnahme der in den Mittagsstunden aufgesuchten Tränken auf die Nahrungsaufnahme zu erweitern ist. Ganz anders stellt sich die Situation bei Schwein 3859 dar. Dieses zeigt zunächst für die Aufenthaltsbereiche B-D keine eindeutige Rhythmik und ein eher niedriges Aktivitätsniveau. Darüber hinaus zeichnet es sich dadurch aus, dass es besonders in den frühen Morgenstunden die zwei Futterautomaten aufsucht. Dadurch bedingt sind auch im weiteren Tagesverlauf für die Futterautomaten eher sinkende Besuchsfrequenzen und für die Tränken nur ein leichter Tagesrhythmus abzulesen.

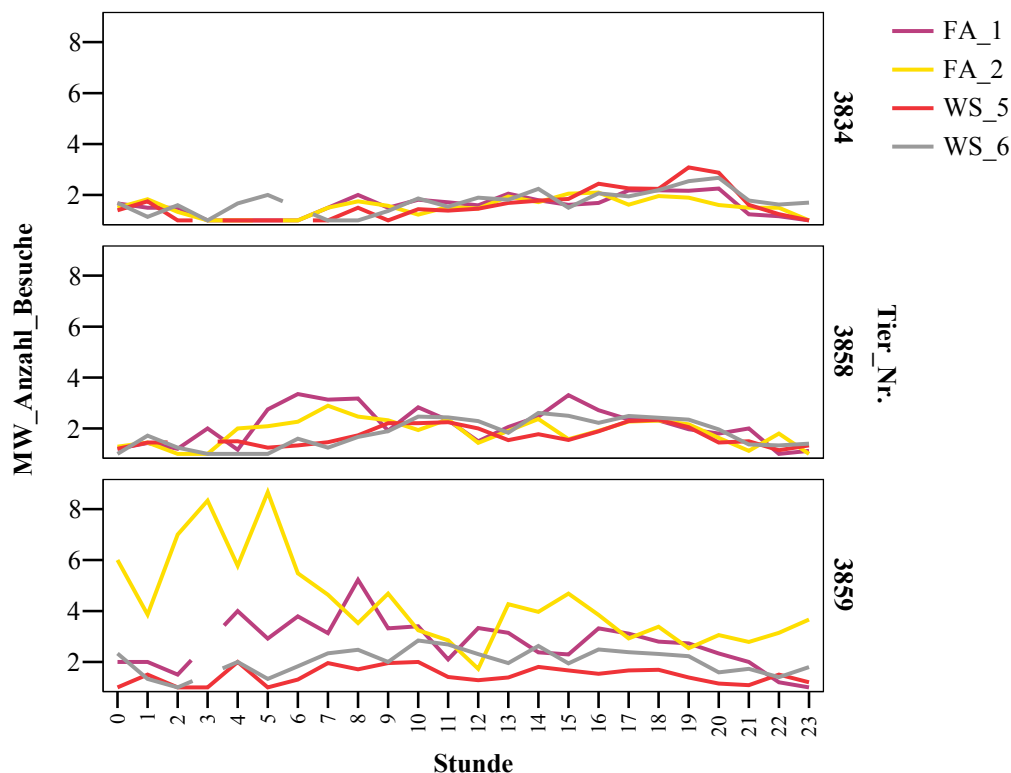


Abbildung 37: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 1

Aus diesen Beobachtungen zu den Tagesabläufen der Schweine der gesamten Gruppe lassen sich schließlich drei verschiedene Typen Tiere unterscheiden:

- Frühaktive
- Normalaktive
- Spätaktive.

5.1.2 Versuch 2: Strohautomat und Wühlmatte

5.1.2.1 Nutzungsstruktur der Haltungsbereiche und der Nahrungsaufnahme

5.1.2.1.1 Erkennungsort

Während der 91 Tage im zweiten Versuchsdurchgang wurden durch die 22 Mastschweine an den 10 Erkennungsstellen 133.432 Datensätze erzeugt. Im Mittel entspricht dies 1200 Besuche je Tag (Anhang 33).

Für die einzelnen Erkennungsstellen zur Nahrungsaufnahme und die Beschäftigungsbereiche B (Strohautomat), C (Ruhe) und D (Wühlmatte) ergibt sich daraus im Mittel für den gesamten Versuchszeitraum folgende tägliche Verteilung: Die mit Abstand höchste Frequenz weist Tränke WS 6 (WS 6 = 463) auf. Dieser folgt an zweiter Stelle mit einer schon deutlichen Differenz der Futterautomat FA 1 (FA 1 = 182). Der Futterautomat FA 2 liegt in der Frequenz niedriger als der Futterautomat FA 1 (FA 2 = 154), jedoch im Mittel vor der Tränkestelle 5 (WS 5 = 143). Erst nach den Orten der Nahrungsaufnahme folgen die Aufenthaltsbereiche, bei denen der Ruhebereich (Bereich A = 143) die gleiche Frequenz aufweist wie die Tränke WS 5. Die zwei Bereiche der Beschäftigung unterscheiden sich in der Frequenz von zwei Besuchen voneinander (Bereich B = 72, Bereich D = 74).

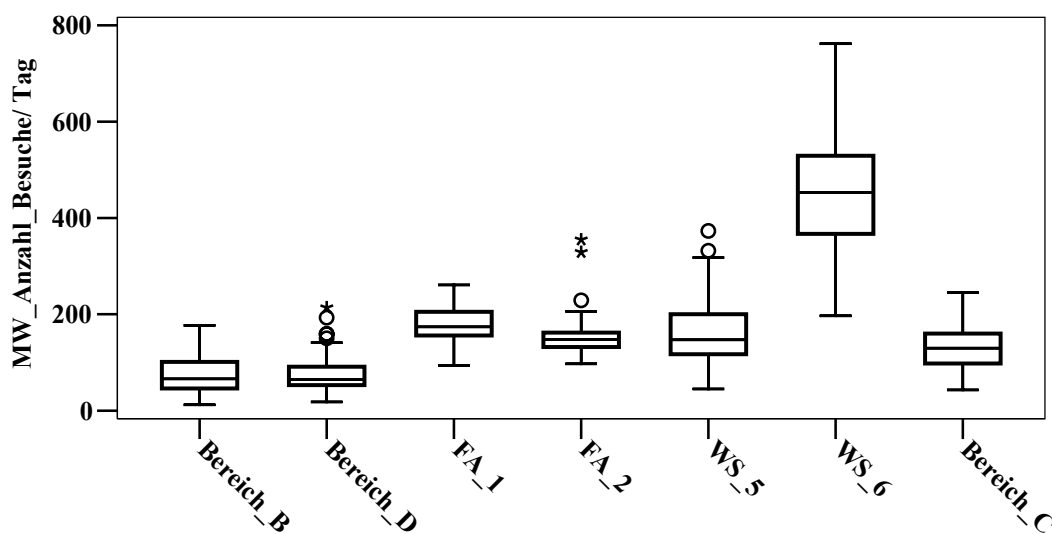


Abbildung 38: Mittlere Anzahl Besuche (n) der Gruppe je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 2

Die Analyse des Mahlzeitenkriteriums für die zwei Futterautomaten erbringt für das Raster von fünf Minuten folgendes Ergebnis. Die am stärksten vertretene Klasse der Zwischenzeit zwischen zwei Besuchen an den Futterautomaten ist die erste Klasse von ein bis fünf Minuten mit einer Größe von 50,6% (Abbildung 39). Schon die nächste Klasse ist mit 3,8% deutlich schwächer vertreten. Innerhalb der ersten 35 Minuten können insgesamt 64% aller wiederkehrenden Besuche an den Futterautomaten klassifiziert werden. Ab 50 Minuten wird

eine Klassenstärke von <1% erreicht (Anhang 34).

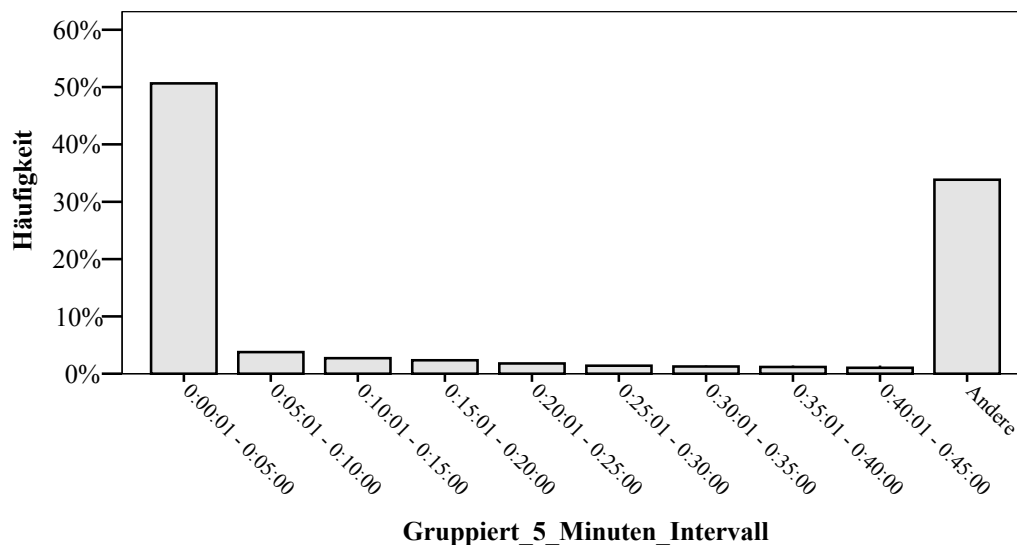


Abbildung 39: Häufigkeitsverteilung der in 5-Minuten-Intervallen klassifizierten Zeit zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 2

Wenn die ersten fünf Minuten nun weiter in einem 5- Sekundenraster aufgegliedert werden, so zeigt sich, dass die Klasse von 11-15 Sekunden mit 26,4% am stärksten vertreten ist (Abbildung 40).

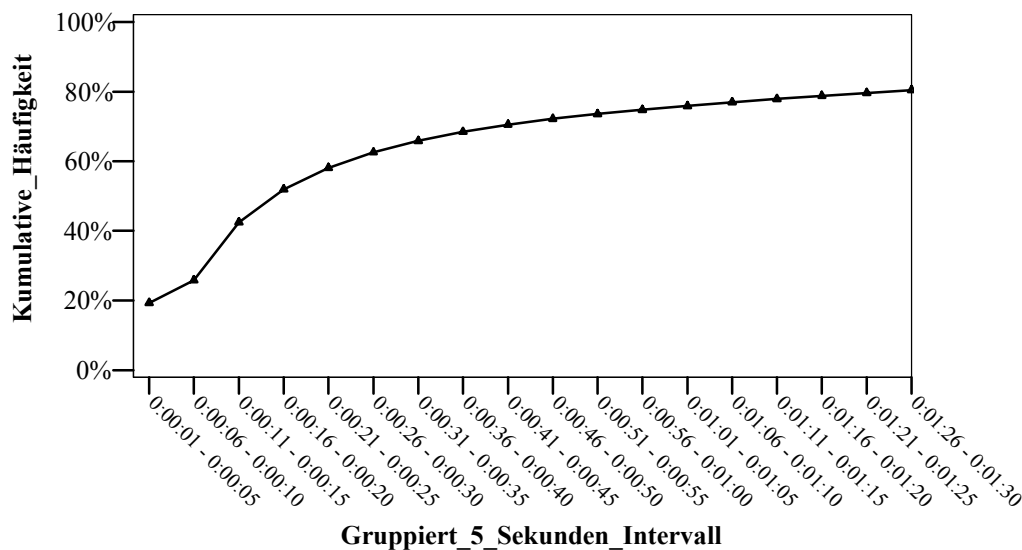


Abbildung 40: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierten Zeit der Klasse 1 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an FA 1 und FA 2, Versuch 1

Die Klassen von 1 bis 25 Sekunden machen einen Anteil von 52,4 % aus. Sie können zum Mahlzeitenkriterium erster Art zusammengefasst werden. Alle weiteren Klassen lassen sich zu einem Kriterium zweiter Art zusammenfassen. Ab 00:01:35 Stunden sinkt die Klassenstärke auf unter ein Prozent (Anhang 35).

Die gleiche Vorgehensweise kann auch in der Auswertung der Zwischenzeiten der Tränkebesuche angewandt werden. Auch hier ist die Klasse der Minuten eins bis fünf mit

49,2 % am häufigsten vertreten. Die zweite Klasse weist nur noch einen Wert von 6,9 % auf. Die ersten sieben Klassen vereinigen auf sich eine Datenmenge von über 75 % (Anhang 36, Anhang 37).

Für die Klassenbildung im 5-Sekundenintervall ist eine ähnliche Struktur wie bei den Futterautomaten festzustellen (Abbildung 41). Dabei ist der Wert der am stärksten vertretenen Klasse 11-15 Sekunden mit 16,7 % der Gesamtwerte nur wenig höher als die Klasse 1-5 Sekunden mit 14,8 %. In den ersten 25 Sekunden liegen bei den Tränken 58,1 % aller Werte. Ab der Klasse 0:01:16 Stunden geht die Klassenstärke auf <1 % zurück (Anhang 38).

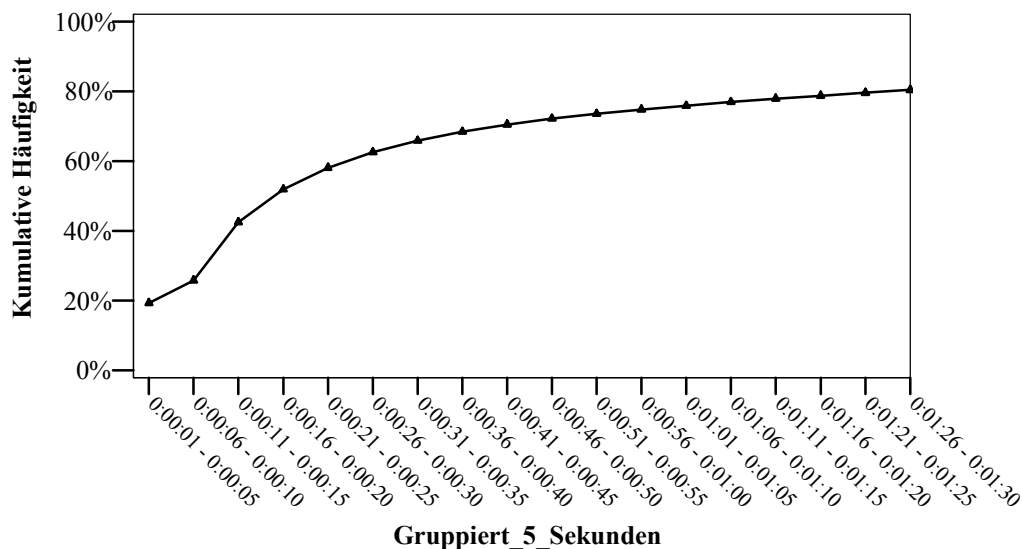


Abbildung 41: Kumulierte Häufigkeitsverteilung der in 5-Sekunden-Intervallen klassifizierte Zeit der Klasse 0 - 5 Minuten zwischen zwei Erkennungen an WS 5 und WS 6, Versuch 2

Die Untersuchung der mittleren täglichen Besuchshäufigkeit im Verlauf der Perioden 3-9 zeigt folgenden Sachverhalt (Abbildung 42): Fast ein Drittel der täglichen Besuche findet an den zwei Futterautomaten statt. In fünf von sieben Perioden ist die höhere Nutzungshäufigkeit am Futterautomaten signifikant ($p < 0,01$) (Anhang 39, Anhang 40). Der Anteil der Futteraufnahme bleibt dabei über die verschiedenen Perioden relativ stabil und steigt in der letzten Periode etwas an. Den größten Anteil der Besuchsfrequenz eines Tages nehmen mit 40-50 % die zwei Tränken ein. Die Besuchsfrequenz an der Tränke WS 6 ist gegenüber der Tränke WS 5 mit zunehmender Versuchsdauer abnehmend, sie ist jedoch durchweg signifikant ($p < 0,01$). WS 6 bleibt die Erkennung mit der höchsten Frequenz und bis auf die letzte Periode allen Erkennungen signifikant überlegen. Die Häufigkeit der Besuche im Bereich C (Ruhen) nimmt kontinuierlich im Laufe des Versuches bis auf ein fünftel des Anfangswertes ab. Damit wird C dennoch signifikant häufiger besucht als die zwei Beschäftigungsbereiche ($p < 0,01$).

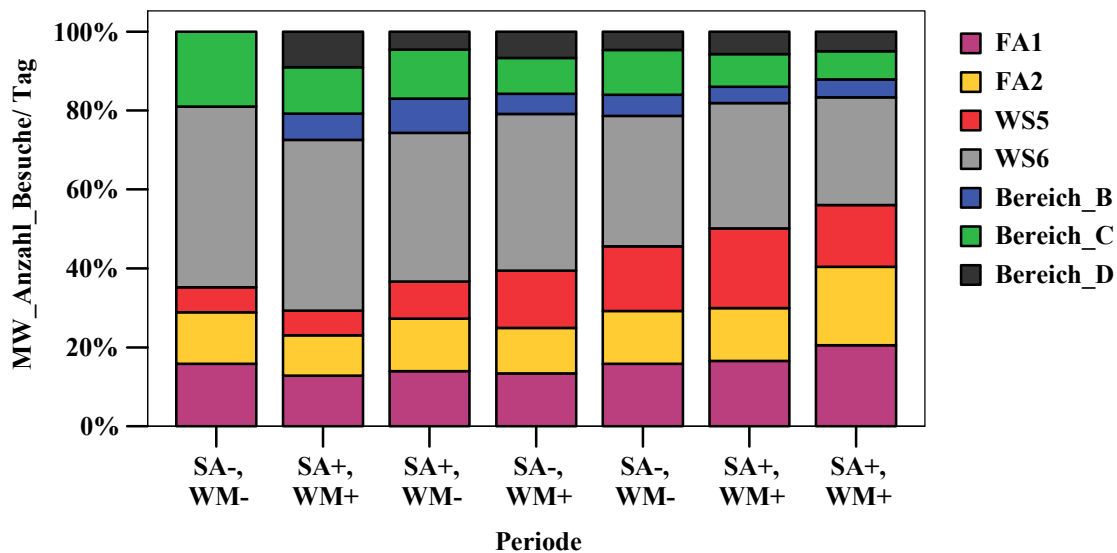


Abbildung 42: Übersicht zur mittleren Anzahl an Besuchen (n) der Gruppe je Tag über die Perioden, Versuch 2

Diese zwei Bereiche B und D werden in Abhängigkeit ihrer Angebotsstruktur genutzt (Abbildung 43). Bei einer Verfügbarkeit beider Bereiche in Periode 3, 8 und 9 wird die Wühlmatte im Bereich D (122, 59, 34 MW Besuche je Tag) bis auf die letzte Periode signifikant häufiger aufgesucht als der Strohautomat (90, 43, 30 MW Besuche je Tag) ($p < 0,01$).

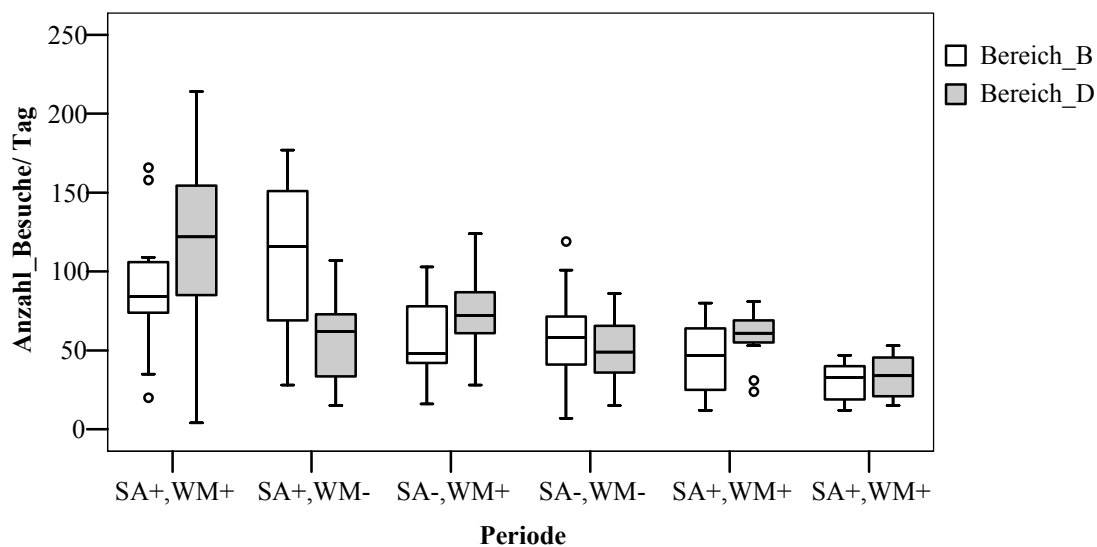


Abbildung 43: Anzahl Besuche je Tag (n) in den Beschäftigungsbereichen in den Perioden 3-9, Versuch 2

Wenn wie in Periode 5 SA+, WM- die Wühlmatte nicht zur Verfügung steht, kommt es zu einer signifikant höheren Besuchsfrequenz des Strohautomaten (110 Besuche je Tag). In Periode 7 SA-, WM-, hier waren beide Beschäftigungsmöglichkeiten für die Schweine nicht erreichbar, kommt es zu einer geringeren, aber signifikanten Differenz zwischen den beiden Beschäftigungsbereichen von acht Besuchen je Tag (Bereich B: 58 Besuche je Tag, Bereich D:

50 Besuche je Tag) ($p < 0,01$) (Anhang 40). Die mittlere Überlegenheit je Tag der Wühlmatte nimmt insgesamt im Laufe des Versuches von einer Differenz von 32 auf 4 Besuche ab. Die Aufwandmenge an Stroh beträgt $< 50\text{g}$ je Tier und Tag.

Die Analyse der Summe der Besuche an den einzelnen Tagen zeigt, dass in den einzelnen Perioden eine Konzentration auf ein bestimmtes Aktivitätsniveau erfolgt. Nach einem Anstieg zu Beginn der Mast und einem Höhepunkt in Periode 4 und 5 ist anschließend eine abnehmende Anzahl an täglichen Besuchen festzustellen. Die z.T. deutlich nach unten abweichenden Punkte sind fast vollständig auf die Halbierung des Tages zwischen zwei Perioden zurückzuführen. Dieser Sachverhalt wird durch die Nummerierung der Fälle verdeutlicht, so dass die Summe zweier nebeneinander liegender Zahlen in etwa dem Niveau des anliegenden Periodendurchschnitts entspricht.

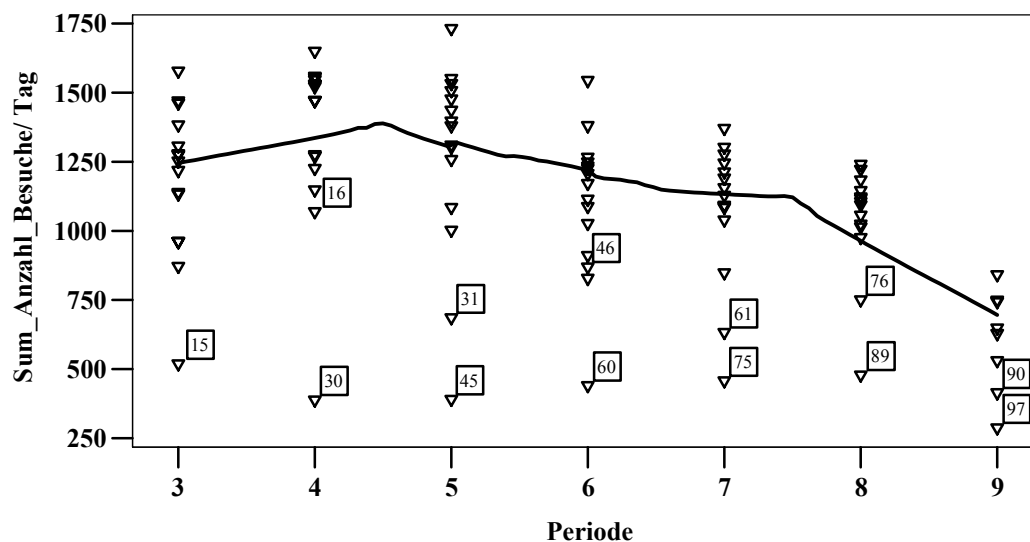


Abbildung 44: Streuung der Summe der Besuche je Tag (n) während der Perioden 3-9, Versuch 2

Eine statistische Signifikanz für die Summe der täglichen Besuche zwischen zwei aufeinander folgenden Perioden wird nicht immer erreicht. Hoch signifikant ($p \leq 0,01$) unterscheiden sich die Perioden 3 (SA-, WM-) und 4 (SA+, WM+) bzw. die Perioden 5 (SA+, WM-) und 6 (SA-, WM+) und signifikant ($p \leq 0,05$) die letzten zwei Perioden (Anhang 41). Es ist jedoch zu bemerken, dass Periode 9 nach dem ersten Schlachtermin liegt und daher nur noch 11 Schweine in der Versuchsanlage verblieben sind.

Nach der komprimierten Darstellung der Besuchshäufigkeiten werden im Folgenden die Verlaufskurven der Perioden 4 (SA+, WM+), 5 (SA+, WM-) und 6 (SA-, WM+) auf der Datengrundlage der mittleren täglichen Häufigkeit je Tier aufgezeigt. Damit wird eine gute Beschreibung der Reaktionen nach einer Angebotsumstellung ermöglicht. Das Abfallen der Frequenz am Anfang und Ende einer Periode wird durch die Teilung der Daten am

Umstellungstag zwischen zwei Perioden hervorgerufen.

In Periode 3 (SA-,WM-) stehen den Schweinen nur der Ruhebereich und der Bereich A mit den Möglichkeiten zur Nahrungsaufnahme zur Verfügung. In Periode 3 kommen dann die zwei Beschäftigungsbereiche B und D hinzu (Abbildung 45). Direkt nach Beginn der Periode wird der Bereich B und D gleich häufig besucht. Beide Bereiche zeigen in den ersten zwei Tagen eine steigende Besuchsfrequenz, bevor eine rückläufige Entwicklung auf 5-7 Besuche an der Wühlmatte und 3-5 Besuche am Strohautomaten einsetzt. Wie nach gut einer Woche zu erkennen ist, können die täglichen Unterschiede gravierend sein. Insgesamt verlaufen die zwei Kurven in einem ähnlichen Rhythmus (Korrelationskoeffizient $r=0,366^{**}$) (Anhang 42, Anhang 43).

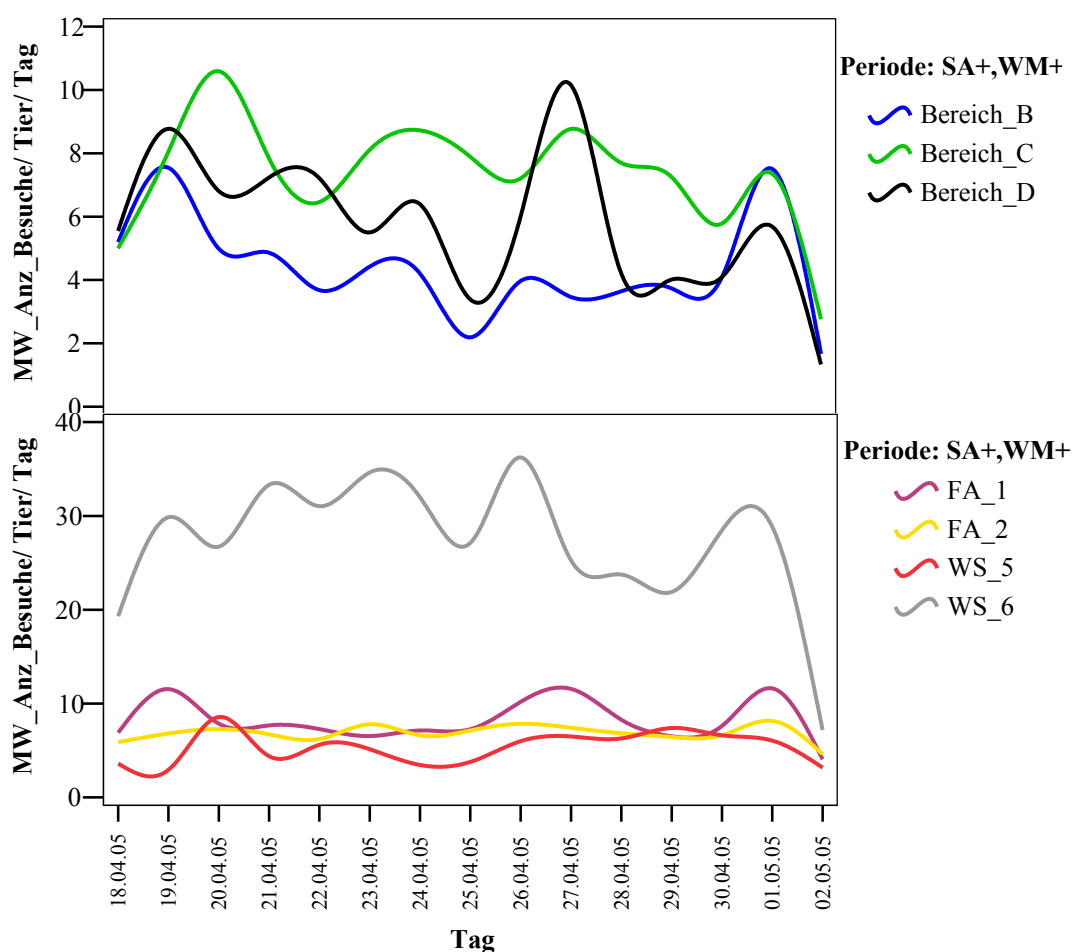


Abbildung 45: Verlauf mittlere Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (SA+,WM+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme, Versuch 2

Ein Einfluss der Besuche in den Beschäftigungsbereichen auf die Besuchsfrequenz des Bereiches C ist nicht ersichtlich. Insgesamt wird der Ruhebereich C häufiger als die zwei Beschäftigungsbereiche genutzt.

Im Vergleich der Besuche an den zwei Futterautomaten und den zwei Tränken fällt auf, dass

die Tränke WS 6 (MW WS 6: 27 Besuche je Tier und Tag) über den gesamten Zeitraum 3-4 Mal öfter genutzt wird als die drei anderen Orte zur Nahrungsaufnahme. Letztere liegen alle auf einem relativ einheitlichen Niveau. Eventuelle Korrelationen zur Tränke WS 5 sind statistisch nicht abzusichern. Allerdings lässt sich ein leichter Zusammenhang zwischen den Beschäftigungsbereichen B und D und der Tränke WS 6 nachweisen (Anhang 43).

In der nächsten Periode ist die Wühlmatte durch ein Gitter für die Schweine unzugänglich. Ein Sichtkontakt ist aber weiterhin möglich. Zu Beginn dieser Periode steigt daher die Frequenz im Bereich D zunächst an (Abbildung 46).

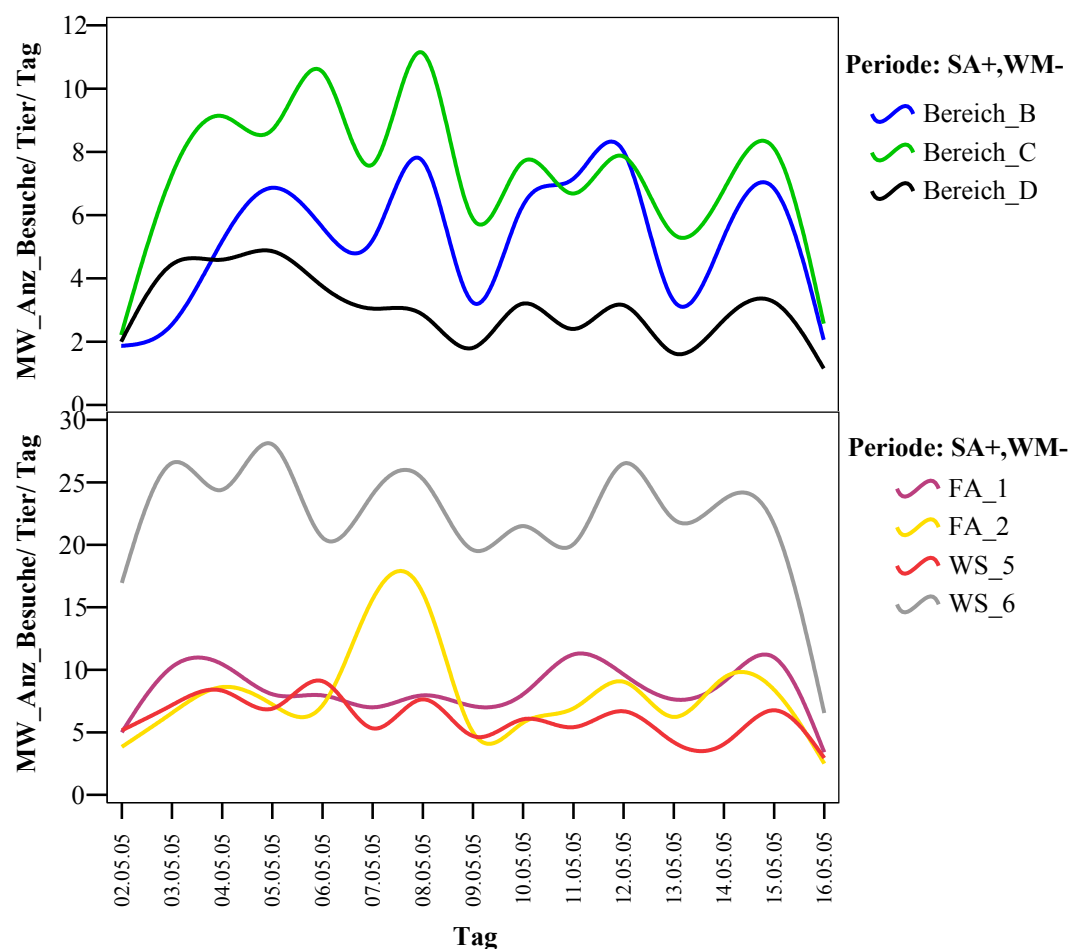


Abbildung 46: Verlauf mittlere Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (SA+,WM-) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme, Versuch 2

Danach hält sie sich über ein paar Tage auf einem relativ konstanten Niveau und fällt dann auf nur noch zwei Besuche je Tier und Tag ab. Die Korrelation der Besuche zum Bereich B wird von dieser Entwicklung nicht beeinflusst.

Im Gegensatz zum Bereich Wühlmatte weist der Bereich Strohaumat eher eine leicht steigende Tendenz auf und erreicht in der zweiten Periodenhälfte sogar fast das Niveau des Ruhebereiches C. Die Besuche zwischen den zwei Bereichen B und C korrelieren auf einem

mittleren Niveau ($r=,532^{**}$) (Anhang 43).

Für die Futterautomaten und Tränken ergibt sich in dieser Periode folgende Entwicklung. Ähnlich wie in der Periode zuvor weist die Tränke WS 6 ein deutlich höheres Niveau in der Besuchshäufigkeit gegenüber den zwei Futterautomaten und der anderen Tränke auf. Diese drei befinden sich weiterhin auf einem ähnliche Niveau zwischen im Mittel 5-10 Besuchen je Tier und Tag, wobei die Entwicklung sich gegen Ende dieser Periode etwas diversifiziert. Im Gegensatz zur vorhergehenden Periode ist dagegen in dieser Periode eine signifikant negative Korrelation des Aufenthaltes von Tränke WS 6 zur Tränke WS 5 nachzuweisen. Zwischen den zwei Futterautomaten kann kein Nutzungsbezug festgestellt werden. Die täglichen Schwankungen in der Besuchsfrequenz sind in dieser Periode sehr ausgeprägt, scheinen aber durch die sich wenig verändernden Korrelationsbeziehungen insbesondere auf Tageseffekten zu beruhen.

In der nächsten Periode ist das Angebot für die Schweine genau umgekehrt: die Wühlmatte steht wieder zur Verfügung und der Strohautomat ist abgesperrt. Innerhalb eines Tages realisieren die Schweine die Option der zugänglichen Wühlmatte und suchen diese gegenüber Bereich B vermehrt auf (Abbildung 47). Nach einem weiteren Anstieg in den ersten vier Tagen auf fast fünf Besuche je Tier und Tag sinkt die Frequenz auf vier Besuche ab. Gleichzeitig sinkt auch die Frequenz des Bereiches B, so dass die Bewegung der Kurven dieser beiden Bereiche ähnlich verläuft. Ab dem achten Tag bis zum Ende dieser Periode ist über einen reinen Mittelwertsvergleich keine Präferenz für einen Bereich festzustellen. Ähnlich zum Bereich D verläuft die Kurve des Bereiches C. Nach einem Anstieg zu Beginn setzt eine negative Entwicklung ein, die unter dem Niveau der zwei Beschäftigungsbereiche in dieser Periode endet.

Eine dem Bereich C völlig entgegengesetzte Entwicklung weisen die Besuche an den zwei Tränken auf. Deren Besuchsfrequenz steigt zunächst bis zur Mitte der Periode, sinkt wie alle anderen Bereiche am achten Tag, um anschließend wieder auf das Niveau vorangegangener Periode von über 30 Besuchen anzusteigen. Da Tränke WS 5 einen ähnlichen Verlauf wie Tränke WS 6 aufzeigt, ist hier eine schwach negative Korrelation von $r=-0,12^*$ festzustellen. Die Schwankungen an den beiden Futterautomaten fallen deutlich weniger stark aus und weisen ein Niveau der Besuche von jeweils 4-8 Besuchen je Tier und Tag auf. Eine Abhängigkeit zwischen den zwei Futterautomaten ist nicht zu erkennen.

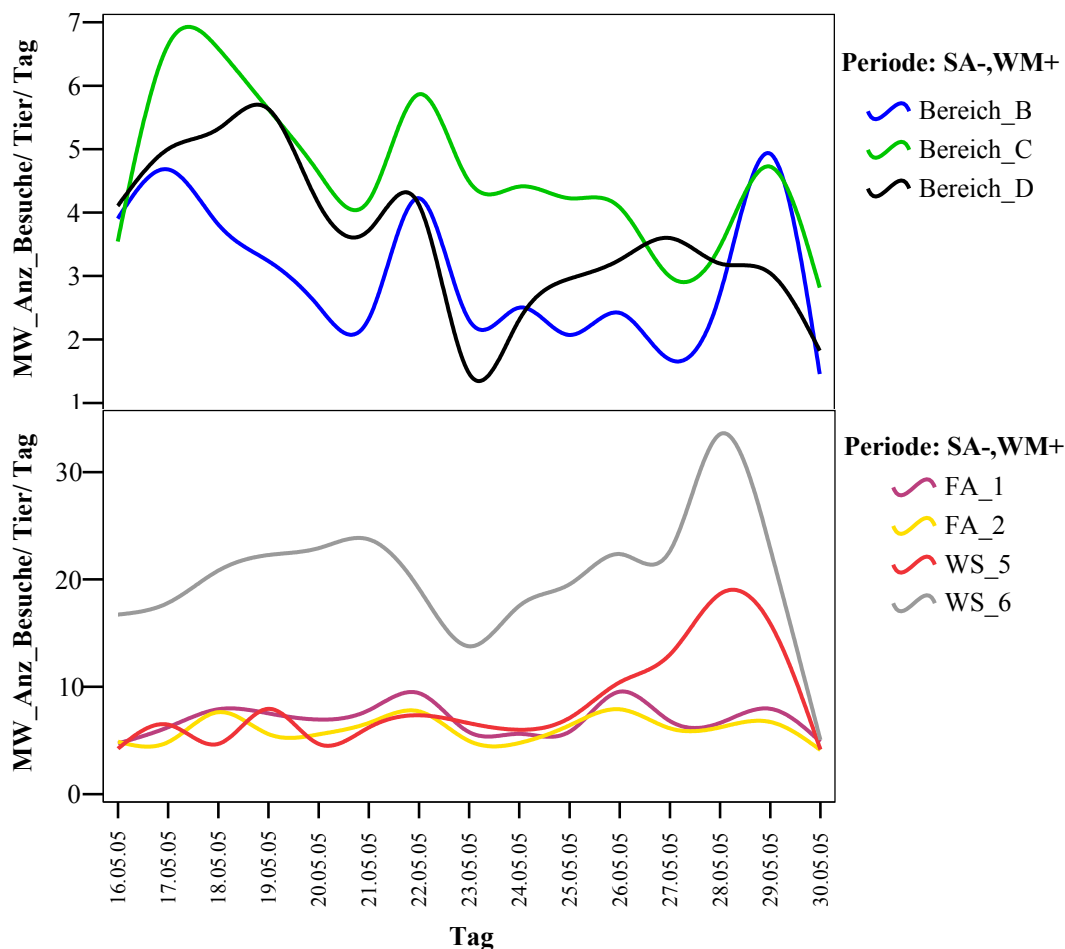


Abbildung 47: Verlauf der mittleren Anzahl an Besuchen je Tier und Tag (n) während der Periode 4 (SA-,WM+) in den Aufenthaltsbereichen B, C und D und an den Orten zur Nahrungsaufnahme, Versuch 2

Nachdem in Periode 6 die Wühlmatte verfügbar gewesen ist, sind den Schweinen in Periode 7 beide Beschäftigungsgegenstände verwehrt. Daraufhin sinken die täglichen Besuche in diesen zwei Bereichen auf durchschnittlich drei Besuche je Tier und Tag bei einem gleichzeitigen Anstieg der Frequenz des Bereiches C auf sechs Besuche (Tabelle 21).

Tabelle 21: Mittlere Besuchsfrequenz je Tier und Tag (n) in den Perioden 3-9, Versuch 2

	Periode						
	SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM-	SA-,WM+	SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM+
FA 1	9	8	8	7	8	8	13
FA 2	7	7	8	6	7	7	12
Bereich B	.	4	5	3	3	3	3
WS 5	5	5	6	8	9	10	10
WS 6	25	27	22	20	16	16	17
Bereich C	10	7	7	5	6	4	5
Bereich D	.	6	3	4	3	3	3

Die Futterautomaten werden in dieser Situation beide um im Mittel je einen Besuch häufiger frequentiert. Dagegen wird die Tränke WS 6 um vier Kontakte weniger und Tränke WS 5 um

einen Kontakt häufiger aufgesucht.

Anschließend stehen den Tieren in Periode 8 und 9 wieder beide Beschäftigungsbereiche zur Verfügung. Eine Tatsache, die aus den reinen Tabellenwerten nicht zu erkennen ist, ist, dass die Wühlmatte sofort mit Periodenbeginn einen starken Anstieg der Besuchsfrequenz zu verzeichnen hat, während der Strohautomat zunächst sogar gegenüber der vorangegangenen Periode weiter abfällt.

In der Mitte dieser Periode gleichen sich die zwei Bereiche an. Anschließend kann kein Rhythmus des am meisten frequentierten Beschäftigungsbereiches abgeleitet werden. Der Ruhebereich wird etwas häufiger als die zwei Beschäftigungsbereiche besucht. Die täglichen Schwankungen sind erheblich. Bei den Futterautomaten nimmt die Frequenz am Ende des Versuches nochmals auf 12 Besuche je Tier und Tag zu. Die Unterschiede zwischen den zwei Automaten sind weiterhin gering. Dagegen erreicht die Tränke WS 5 gegen Ende der Periode 8 bei gleichzeitig sinkender Tendenz an Tränke WS 6 für einige Tage deren Level. Für die Periode 9 sind schließlich keine nennenswerten Veränderungen in der Verhaltensstruktur der Tiere zu erkennen.

5.1.2.1.2 Aufenthaltsdauer

Unabhängig von der Erreichbarkeit der Beschäftigungsbereiche wird über den gesamten Versuchszeitraum der größte Anteil des Tages im Ruhebereich C (>50%) und im Bereich A verbracht (Tabelle 22).

Tabelle 22: Mittlere summierte Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in den Bereichen A bis D und verwendete Zeit zur Nahrungsaufnahme im Bereich A je Periode 3-9, Versuch 2

Periode	SA-, WM-	SA+, WM+	SA+, WM-	SA-, WM+	SA-, WM-	SA+, WM+	SA+, WM+
Bereich A	30,55	28,40	25,92	33,81	25,67	36,32	38,74
ohne Nahrungsaufnahme	26,08	23,28	20,23	27,97	20	31,03	33,57
Summe Nahrungsaufnahme	4,47	5,12	5,69	5,84	5,67	5,29	5,17
Futterautomat FA 1	2,18	2,40	2,63	2,55	2,62	2,20	1,13
Futterautomat FA 2	1,84	2,15	2,49	2,51	2,36	1,96	2,72
Tränke WS 5	,07	,09	,13	,24	,26	,42	,42
Tränke WS 6	,39	,48	,44	,53	,43	,71	,90
Bereich B	,00	1,64	2,48	2,76	1,65	5,53	3,47
Bereich C	69,45	66,73	71,00	56,35	71,55	50,28	52,45
Bereich D	,00	3,23	,59	7,07	1,13	7,87	5,34

Der Anteil Aufenthaltsdauer eines Tages im Bereich A beträgt zwischen 25 und 38%. Die zwei höchsten Werte werden in den Perioden 8 (SA+,WM+) und 9 (SA+,WM+) erreicht. Offensichtlich geht dieser Anstieg jedoch auf Kosten des Ruhebereiches C, da beide Beschäftigungsbereiche gleichzeitig stark genutzt werden (Abbildung 48).

Sobald wie in Periode 4 ein alternatives Angebot in Form der Bereiche B und D zur

Verfügung steht, sinkt die Aufenthaltsdauer in den Bereichen A und C um jeweils die Hälfte der Summe der Beschäftigungsbereiche (Anhang 44).

Die Aufenthaltszeiten zwischen den zwei Bereichen unterscheiden sich dabei bis auf Periode 9 signifikant ($p < 0,05$) (Anhang 45). In den Bereichen B und D ist die Aufenthaltszeit direkt an die Erreichbarkeit der Beschäftigungsmöglichkeit gekoppelt. Dies wird besonders in Periode 5 (SA+, WM-) und 6 (SA-, WM+) deutlich, wenn die Schweine die Wühlmatte im Mittel nur noch sporadisch und mit kurzer Dauer besuchen, bevor sie dann in Periode 6 diesen Bereich mit $>7\%$ deutlich stärker nutzen. Der Bereich des Strohautomaten zeigt dagegen ein geringeres Niveau in der Besuchsfrequenz und deutlich weniger Schwankungen in seiner Aufenthaltsdauer. Die Wühlmatte gibt den Schweinen einen Anreiz, diesen Bereich mindestens 1,5 % des Tages (ca. 21 Minuten je Tier und Tag) länger aufzusuchen als den Bereich Strohautomat. Insgesamt erreichen die Bereiche der Beschäftigung eine maximale Aufenthaltsdauer von 14 % des Tages.

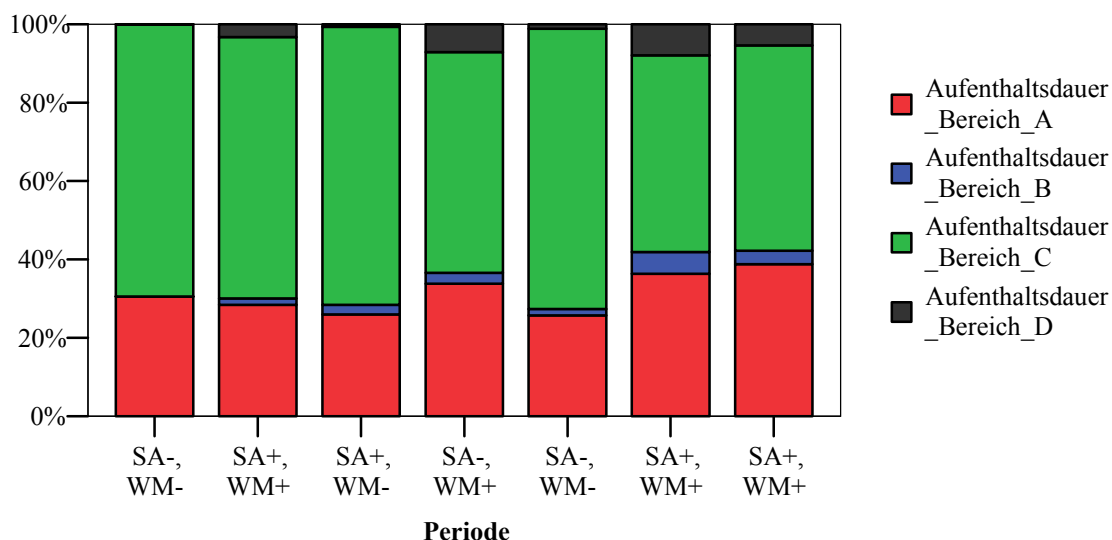


Abbildung 48: Mittlere Aufenthaltsdauer je Tier in Prozent des Tages in den Bereichen A-D über die Perioden 2-9 des Versuch 2

Es besteht eine positive mittlere Korrelation zwischen der Besuchshäufigkeit und der Besuchsdauer bei den Beschäftigungsbereichen (Bereich B: $r=0,436^{**}$, Bereich D: $r=0,480^{**}$) (Anhang 46). Die Abhängigkeit zwischen der Aufenthaltsdauer in Bereich A und der Anzahl der jeweiligen Besuche in den vier Bereichen A-D ist dagegen immer negativ. Der Bereich A fungiert als Verbindungselement zwischen den Bereichen B-D und weist daher viele Besuche mit kurzer Dauer auf (Anhang 47).

Wie die Aufenthaltszeiten zwischen den Tagen sich unterscheiden, wird im folgenden Abschnitt ersichtlich, wenn die mittlere Aufenthaltsdauer je Tier in den vier Bereichen über die einzelnen Tage einer Periode dargestellt wird.

In der ersten Periode, die Schweine können die zwei Beschäftigungsbereiche Strohautomat (Bereich B) und Wühlmatte (Bereich D) aufsuchen, zeigt sich, dass der überwiegende Teil des Zeitbudgets zunächst über den Austausch zwischen dem Ruhebereich C und dem Fressbereich A erfolgt. Der Ruhebereich nimmt dabei ein Besuchsniveau von 55-75% ein, während dies im Bereich C in einer Spannweite von 20-40% verläuft. Die zwei Beschäftigungsbereiche nehmen nur einen relativ kleinen Anteil ein (<8%). Nachdem bei letzteren anfänglich eine etwas erhöhte Aufenthaltsdauer festzustellen ist, nimmt diese bis zum dritten Tag ab. Danach verbleibt der Bereich Strohautomat auf einem niedrigen Niveau (MW 1,6%). Der Bereich Wühlmatte wird insgesamt etwas häufiger genutzt und kann auch im späteren Verlauf nochmals mit kurzzeitigen Anstiegen in der Aufenthaltsdauer aufwarten (MW 3,2%).

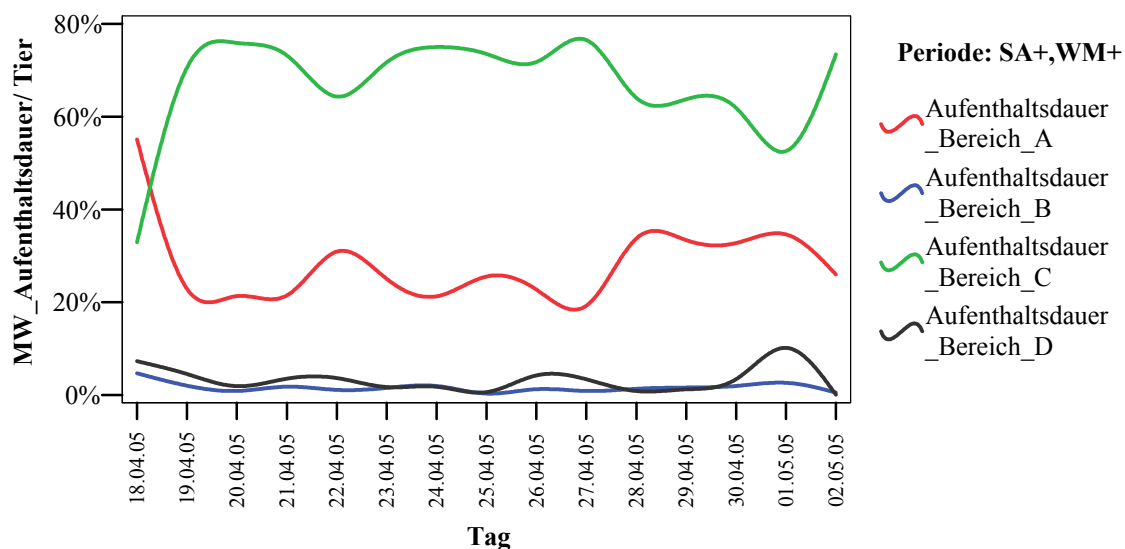


Abbildung 49: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 4, Versuch 2

Diese Zunahme der Aufenthaltsdauer im Bereich Wühlmatte (D) führt insbesondere zu einer verminderten Aufenthaltsdauer im Bereich C (Ruhen). Die mittlere Aufenthaltsdauer eines Besuches im Bereich der Wühlmatte (00:28:12 Stunden) ist fast doppelt so hoch wie im Bereich Strohautomat (00:14:49 Stunden).

Das Abtrennen des Zugangs zur Wühlmatte hat zur Konsequenz, dass die Tiere diesen Bereich D sofort nur auf dem Niveau wie zuvor den Bereich B besuchen (Bereich D: 00:02:49 Stunden) (Anhang 48). Ab dem dritten Tag wird dann der Bereich des Strohautomaten dem Bereich D signifikant vorgezogen. Allerdings steigt die mittlere Aufenthaltsdauer nur um ca. zwei Minuten auf 00:06:44 Stunden. Die Dauer zwischen zwei Besuchen in den jeweiligen Bereichen bleibt für den Strohautomaten fast identisch, während sie sich an der nicht mehr erreichbaren Wühlmatte mehr als verdoppelt (Bereich B: 04:23:56

Stunden, Bereich D: 08:26:09 Stunden). Auch in dieser Periode ist für die zwei Bereiche Ruhen und Nahrungsaufnahme eine gegenläufige Zeitentwicklung zu erkennen. Das Niveau ist dabei weiterhin unverändert.

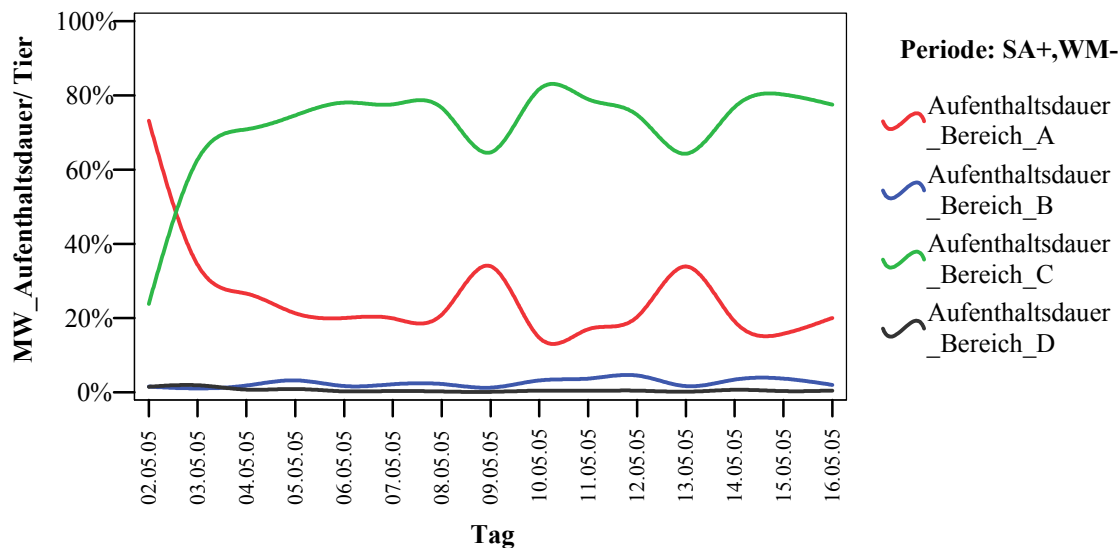


Abbildung 50: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 5, Versuch 2

In Periode 6 ist nun der Strohautomat abgesperrt und die Wühlmatte wieder zugänglich (Abbildung 51). Die Schweine suchen nun innerhalb eines Tages die Wühlmatte wieder länger als den Strohautomaten auf. Die mittlere Aufenthaltsdauer eines Besuches steigt auf im Mittel 00:28:12 Stunden im Bereich D und 00:14:49 Stunden im Bereich B (Anhang 48).

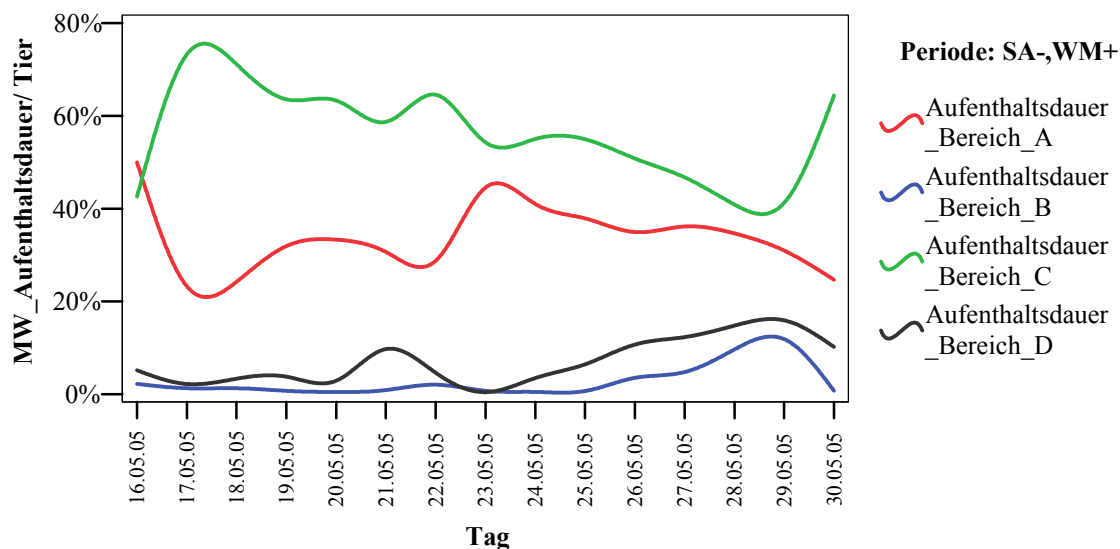


Abbildung 51: Mittlere Aufenthaltsdauer (%) je Tier in den Bereichen A-D in Periode 6, Versuch 2

In der zweiten Hälfte dieser Periode sind zusätzliche Veränderungen erkennbar. Beide Funktionen des Bereiches Nahrungsaufnahme und des Bereiches Ruhen gleichen sich zunehmend an. Das damit frei werdende Zeitbudget wird verstärkt in den zwei Beschäftigungsbereichen verbracht. Die längere Aufenthaltsdauer des Bereiches Wühlmatte

gegenüber dem Bereich Strohautomat bleibt dabei erhalten.

In den letzten drei Perioden werden den Schweinen zunächst beide Beschäftigungsangebote versperrt. Daraus resultiert für beide Bereiche eine Reduktion der mittleren Besuchsdauer auf unter 10 Minuten, eine Aufenthaltsdauer je Tag in diesen Bereichen von $<2\%$ und ein Anstieg der Besuchszwischenzeiten auf Werte von über acht Stunden. Die Schweine halten sich die überwiegende Zeit im Bereich A und C auf. Der Bereich C weist im Mittel eine Aufenthaltsdauer von $>71\%$ auf.

Mit der Bereitstellung der Beschäftigung in der vorletzten Periode 8 steigt der Anteil der beiden Bereiche B und D in Kürze auf ein Niveau von $>5\%$ (Tabelle 22). Die mittlere Aufenthaltsdauer bewegt sich im Bereich B (00:42:14 Stunden) auf einem etwas höheren Niveau als der Bereich D (00:38:50 Stunden) (Anhang 48). Insgesamt wird der Bereich D jedoch 2,3% länger aufgesucht. Für die zwei anderen Bereiche bedeutet die Zunahme der Zeit in den Beschäftigungsbereichen einen Rückgang der eigenen Besuchszeit. Hierbei reduziert sich jedoch besonders die Aufenthaltsdauer im Ruhebereich auf ca. 50%, während der Bereich A mit über 33% in den letzten zwei Perioden neue Höchstwerte erreicht. In der letzten Periode halbiert sich die mittlere Aufenthaltsdauer in den Bereichen B und D und die gesamte Aufenthaltsdauer reduziert sich um jeweils ca. 2%. Die längere Aufenthaltsdauer des Bereiches Wühlmatte bleibt somit bei einem gleichzeitigen Angebot bis zum Ende des Versuches bestehen.

Der Zeitanteil für die gesamte Nahrungsaufnahme als Teil der Aufenthaltszeit im Bereich A beträgt zwischen 4,5 und 5,8 % des Tages (Anhang 49). In den Perioden 5 bis 7 mit weniger Beschäftigungsmöglichkeiten zeichnet sich ein erhöhter Gesamtaufwand ab. Hier befinden sich die Tiere außerdem in einer wachstumsintensiven Phase. Der höchste Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme wird erreicht, wenn die Schweine in Periode 6 keine Möglichkeit zur Strohaufnahme haben. Auffällig ist dabei, dass über den gesamten Versuch die Zeit zur Nahrungsaufnahme im Mittel ca. 5,3% bzw. 01:16:38 Stunden beträgt (Abbildung 52).

Im Vergleich der zwei Futterautomaten ist die Nutzungsdauer des Futterautomaten FA 2 im Mittel 2% höher. Allerdings kommt es zur Umkehrung der Präferenz in der letzten Periode. Die Korrelation zwischen der Zeit zur Nahrungsaufnahme und der Anzahl der Besuche beträgt am Futterautomat FA 1 $r=0,370^{**}$ und beim FA 2 $r=0,418^{**}$ (Anhang 50). Die mittlere Dauer des Einzelbesuches an den Futterautomaten beträgt 04:06 Minuten (FA 1) bzw. 04:21 Minuten (FA 2). Gleichzeitig unterscheidet sich die Zeit zwischen den zwei Automaten vom einen bis zum nächsten Besuch nur marginal.

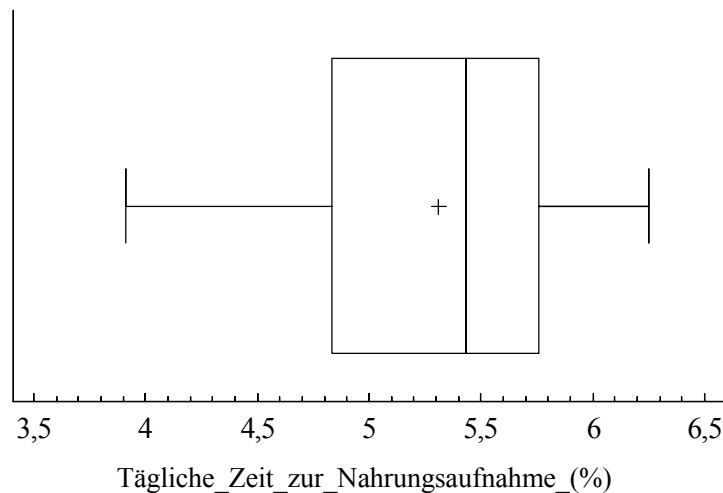


Abbildung 52: Anteil der täglichen Zeit zur Nahrungsaufnahme (%) je Tier und Tag, Versuch 2

Die Schweine können mit zunehmendem Alter größere Mengen an Futter in weniger Zeit aufnehmen. Die mittlere Aufnahmemenge je Minute beträgt 40g (Tabelle 23). Die mittleren täglichen Zunahmen betragen 853g und die Futtermittelverwertung im Mittel 2,78kg je kg Lebendgewicht (Anhang 51).

Tabelle 23: Statistik zu Parametern der Futteraufnahme je Tier, Versuch 2

Tier-Nr.	Summe Futteraufnahme (kg)	Summe Fresszeit (hh:min:ss)	Futtermittelverwertung (kg:kg)	Futteraufnahme Minute (kg/ Minute)
MW	223,87	95:21:23	2,78	0,040
Max	276,40	128:21:42	3,75	0,053
Min	157,92	67:46:29	2,05	0,030

Das Verhältnis von aufgewendeter Zeit zur aufgenommenen Menge Futter eines Tages und Tier offenbart, dass ein enger Zusammenhang zwischen diesen beiden Einflussgrößen besteht ($r^2 > 0,697$). Außerdem ist zu erkennen, dass fast kein Unterschied zwischen den beiden Futterautomaten in der aufgenommenen Menge Futter je Zeiteinheit anzuführen ist. Eine Konzentration ist nur im Bereich unterhalb von 1,5kg Futter und ca. 35 Minuten Fressdauer festzustellen.

Bei der Wasseraufnahme zeigt sich eine z. T. deutlich höhere Nutzung der Tränke WS 6 gegenüber der Tränke WS 5. Im Mittel ist die summierte Nutzungsdauer von Tränke WS 6 138 % höher als die von Tränke WS 5. Die Tränke WS 5 zeichnet sich jedoch durch eine höhere Korrelation zwischen Anzahl und Dauer der Besuche aus, was auf gezieltere Besuche der Schweine zur Wasseraufnahme an WS 5 schließen lässt. So ist die Länge des Einzelbesuches an dieser Tränke mit 26 Sekunden um sieben Sekunden länger. In der Tendenz nimmt die Zeit zur Wasseraufnahme im Versuchsverlauf zu. Dies ist unabhängig zum Angebot der Beschäftigungsbereiche.

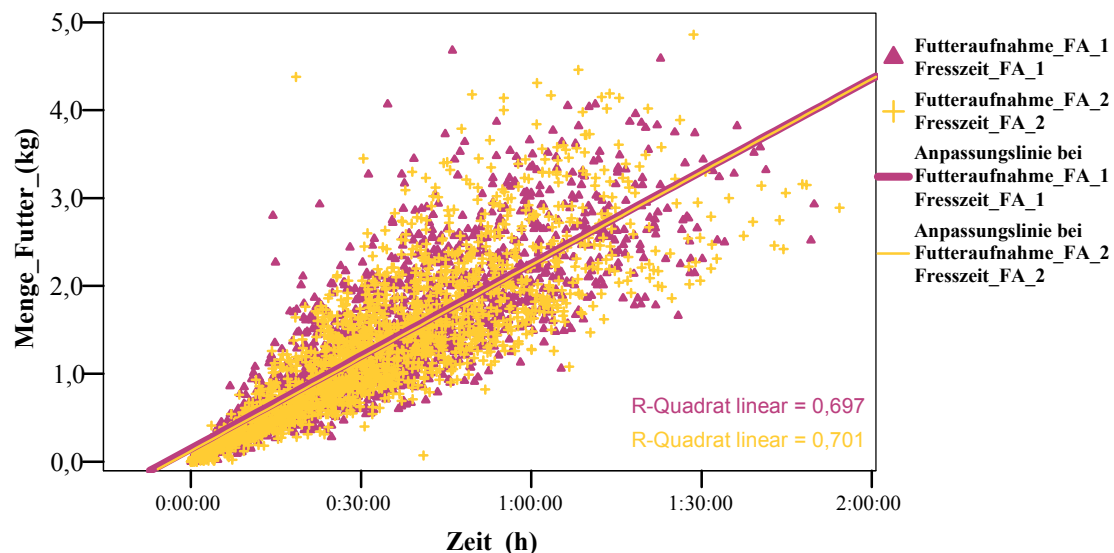


Abbildung 53: Verhältnis von Futteraufnahmemenge zur dazu aufgewendeten Fresszeit je Tier und Tag, Versuch 2

5.1.2.1.3 Besuchszeitpunkt

Um die Aktivität der Schweine innerhalb eines Tages beschreiben zu können, wird im Folgenden die Anzahl der Besuche eines Tages auf Stundenebene erläutert. Eine Betrachtung über 24 Stunden zeigt, dass einer Phase mit geringer Aktivität in den Nachtstunden ab Stunde 5 ein deutlicher Anstieg bis Stunde 8 folgt (Abbildung 54).

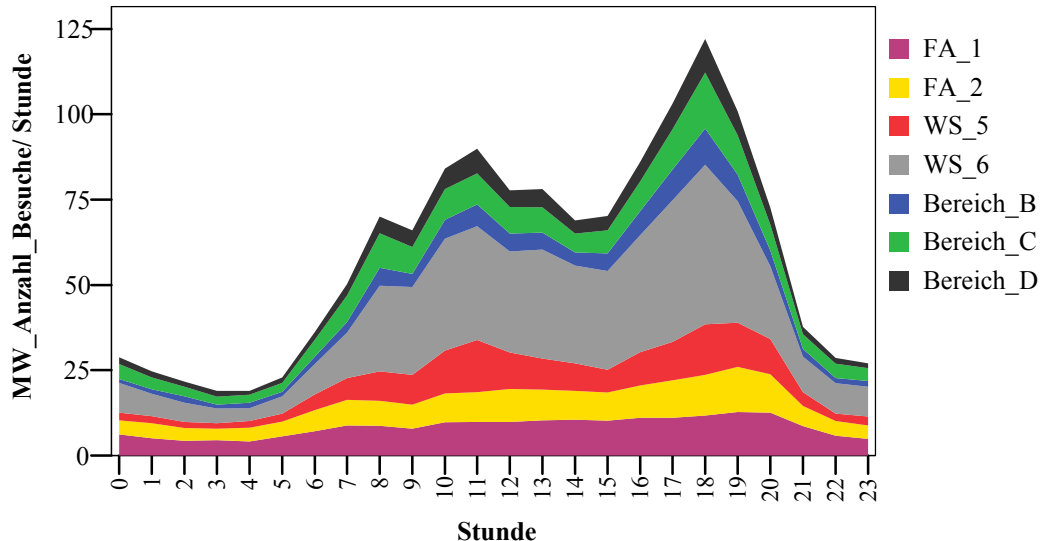


Abbildung 54: Anteile der mittleren Anzahl Besuche je Stunde (n) an den Erkennungsorten im Tagesverlauf, Verlauf 2

Danach verharrt die Frequenz der Besuche an den verschiedenen Erkennungsstellen, bevor in Stunde 11 der erste Aktivitätshöhepunkt festzustellen ist. Diesem folgt bei fallender Besuchsfrequenz eine Ruhephase mit dem Tiefpunkt in Stunde 14 bis 15. Nach Stunde 16 zeichnet sich ein starker Anstieg bis zum Tageshochpunkt um Stunde 18 ab, der anschließend wieder stark abfällt und in die nächtliche Ruhephase übergeht. Auch in den absoluten

Nachtstunden werden von den Schweinen Besuche an den Wasser- und Futterstellen vorgenommen. In den Nachtstunden werden am wenigsten die Beschäftigungsbereiche B und D aufgesucht (Anhang 52).

Insgesamt ist ein biphasischer Tagesrhythmus festzustellen. Dieser wird dabei jedoch nicht von den zwei Futterautomaten bestimmt, die vielmehr nur eine leicht zunehmende Tendenz in der Besuchsfrequenz aufweisen. Der Rhythmus wird vielmehr von den zwei Tränken und hier besonders von Tränke WS 6, und den Beschäftigungsbereichen B-D beeinflusst.

Hinsichtlich der Aktivität im Tagesverlauf in den Beschäftigungsbereichen und dem Ruhebereich zeichnet sich über die verschiedenen Perioden hinweg ein relativ konstanter biphasischer Tagesrhythmus ab. Exemplarisch kann dafür der in Abbildung 55 dargestellte Verlauf angenommen werden. Das Niveau der Kurven ist abhängig vom Angebot der Beschäftigungsmöglichkeiten und nimmt mit zunehmender Versuchsdauer tendenziell ab.

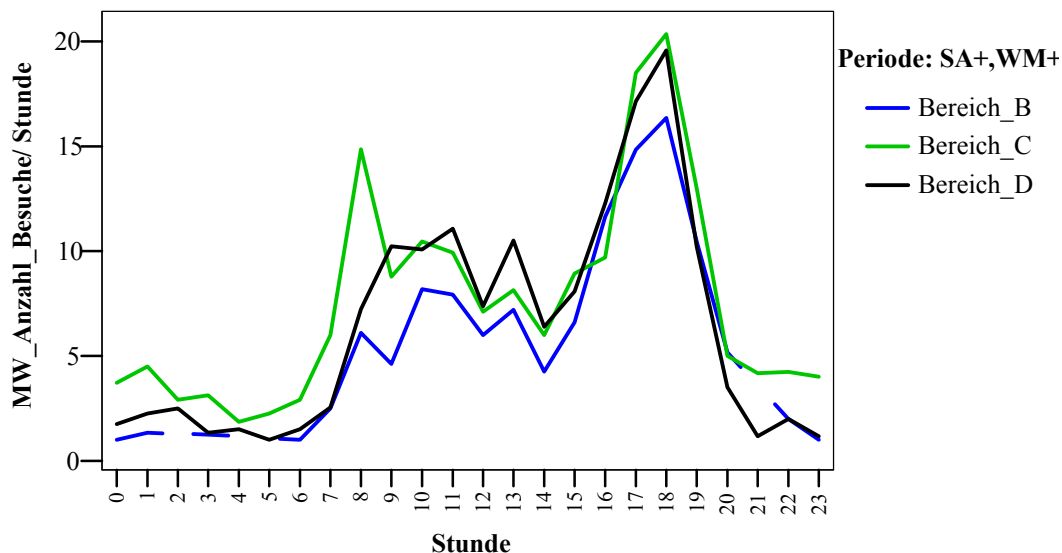


Abbildung 55: Biphasischer Tagesrhythmus der mittleren Anzahl Besuche je Stunde (n) in den Aufenthaltsbereichen B-D, Beispiel Periode 4 (SA+,WM+), Versuch 2

Im Vergleich der Tagesverläufe der summierten mittleren Besuche je Stunde in den verschiedenen Perioden zeigt sich, dass die Schweine den Tagesrhythmus prinzipiell beibehalten (Abbildung 56). Einer Ruhephase in der Nacht von Stunde 22 bis 5 des Folgetages folgt ein Aktivitätsanstieg. Die Aktivitätsphase wird von einer weiteren Ruhephase in der Tagesmitte unterbrochen. Diese variiert in Länge und Niveau zwischen den Perioden, geht aber anschließend fließend in die höchste Aktivitätsphase des Tages über.

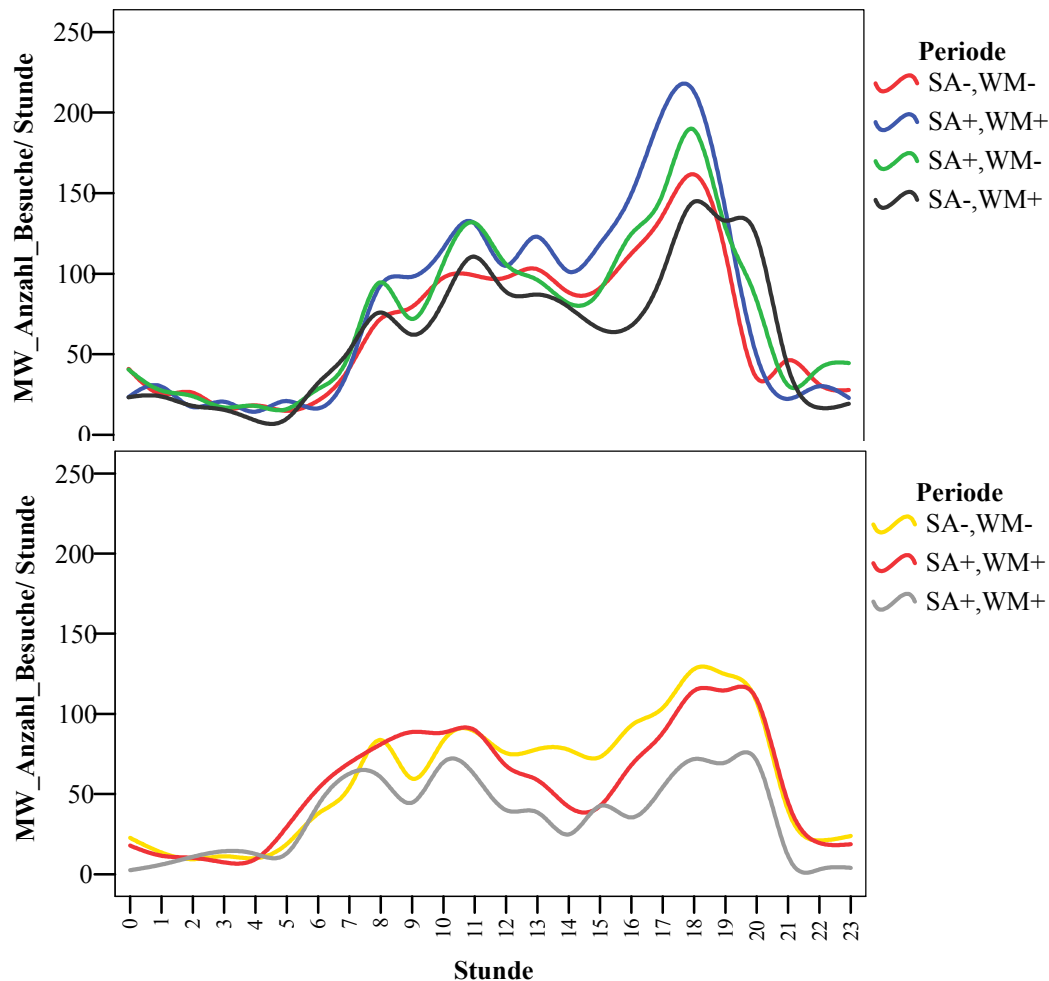


Abbildung 56: Mittlere Anzahl Besuche (n) aller Erkennungen je Stunde Tagesverlauf in den Perioden, Versuch 2

Dieser Aktivitätshöhepunkt ist zu Beginn des Versuchs eingipflig und verändert sich im Verlaufe des Versuches zu einem zwei-gipfligen, längeren Aktivitätsplateau auf einem geringfügig niedrigeren Niveau. Der anschließende Aktivitätsrückgang mündet schließlich in die Nachtruhe. Die Höhe der Aktivität variiert zwischen den Perioden teilweise deutlich. So befindet sich zu Beginn der Mast bis zur Periode SA+,WM- (grün) die Aktivität auf einem hohen Niveau. Anschließend geht das Gesamtaktivitätsniveau kontinuierlich zurück. In der letzten Periode ist der biphasische Rhythmus fast nicht mehr zu erkennen.

Des Weiteren verändern sich noch zwei weitere Faktoren. Die Aktivitätsphase des Tages verlagert sich im Laufe der Mast sowohl von Stunde 6 bis 7 auf Stunde 4 bis 5 nach vorne als auch um eine Stunde von Stunde 19 auf Stunde 20 bis 21 nach hinten.

Das Pendant zur Beschreibung der Aktivität ist die mittlere Aufenthaltsdauer des einzelnen Besuches in den Bereichen. Hier zeigt sich, dass die längsten Einzelbesuche in den Morgenstunden auftreten, wenn die Schweine die Nachtruhe beenden (Anhang 53).

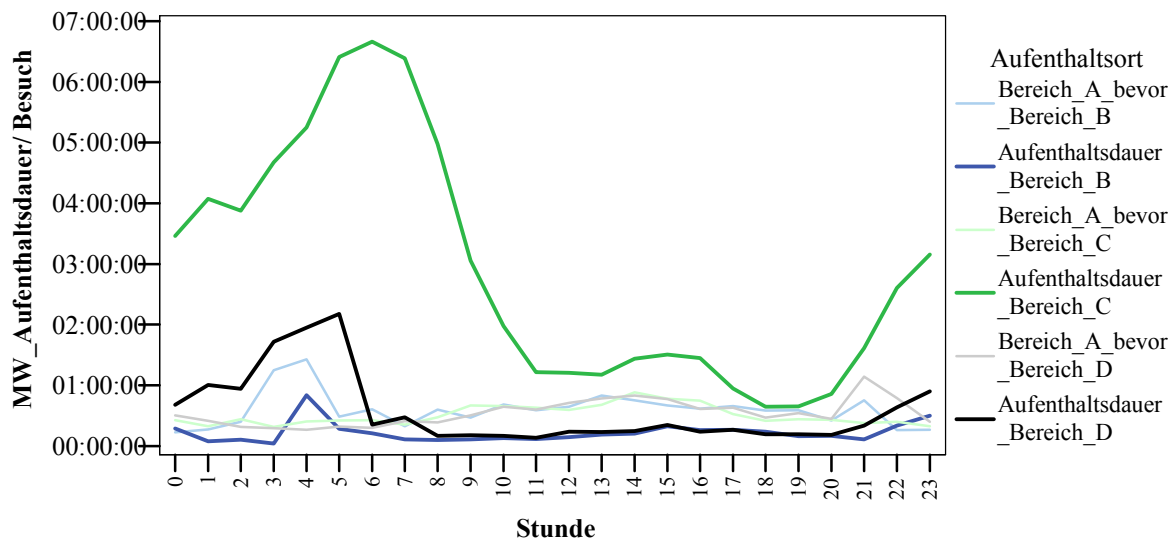


Abbildung 57: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer (h) je Besuch in den Bereichen A-D im Tagesverlauf, Versuch 2

Eine lange Nachtruhe wird dabei vor allem im dafür vorgesehenen Bereich C vorgenommen (Abbildung 57). Die Dauer nimmt bis Stunde 11 im weiteren Tagesverlauf ab, um schließlich nach einem geringfügigen Anstieg in den Mittagsstunden auf ein Minimum von ca. 60 Minuten abzusinken. Mit Beginn der Nachtruhe ab Stunde 20 steigt auch wieder die mittlere Aufenthaltsdauer im Bereich C. Die zwei Beschäftigungsbereiche zeigen in den Nachtstunden ebenfalls ihr höchstes Niveau. Am Tag sinkt die mittlere Aufenthaltsdauer in den zwei Bereichen im Mittel auf unter 30 Minuten. Selbst in den Mittagsstunden ist nur ein geringfügiger Anstieg erkennbar. Die drei Funktionen der Dauer eines Besuches im Bereich A zeigen nur geringe Schwankungen und verlaufen besonders am Tag nahezu parallel. Dies verdeutlicht, dass die Schweine tagsüber den Bereich A umfassend aufsuchen und unabhängig von dem darauf folgenden aufgesuchten Angebot diesen dann nahezu gleich lang nutzen.

In der detaillierten Betrachtung der mittleren Aufenthaltsdauer der einzelnen Besuche in den zwei aufeinander folgenden Perioden 4 und 5 zeigt sich für die zwei Beschäftigungsbereiche die Abhängigkeit von der entsprechenden Angebotssituation (Abbildung 58). In Periode 4 (SA+,WM+) sind beide Angebote verfügbar. Es zeichnet sich insgesamt ein Vorteil für den Bereich Wühlmatte (D) ab. Dieser Vorteil bewegt sich auf einem niedrigen Niveau von unter 15 Minuten pro Einzelbesuch. Jedoch wird der Bereich D nicht nur in den Mittagsstunden, sondern auch in den Aktivitätsphasen der Tiere länger besucht als der Bereich Strohautomat. In der nächsten Periode, charakterisiert durch die folgende Angebotskonstellation SA+,WM-, ändert sich das Bild. Nun wird der Bereich Strohautomat fast über den gesamten Tagesverlauf länger je Besuch genutzt als der Bereich Wühlmatte.

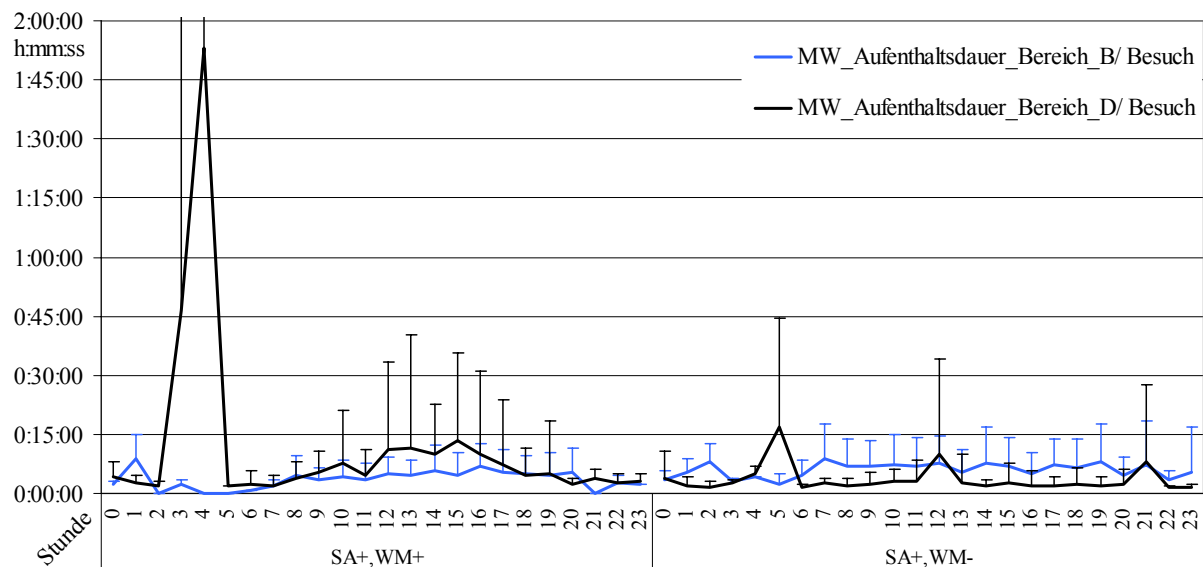


Abbildung 58: Verlauf der mittleren Aufenthaltsdauer je Besuch in den Beschäftigungsbereichen B und D im Tagesverlauf in den zwei Perioden 4 (SA+,WM+) und 5 (SA+,WM-), Versuch 2

In dieser Periode zeigt sich, dass die längeren Aufenthaltsdauern des sich auf einem niedrigem Niveau befindenden Bereiches D eine hohe Standardabweichung aufweisen ($s\% > 100$).

5.1.2.2 Betrachtung der Individualität

5.1.2.2.1 Erkennungsort

Im zweiten Versuch konnte jedes Schwein durch die Sensortechnik im Mittel 6065 Mal an allen Erkennungen registriert werden (Abbildung 59). Der Median beträgt 6349. Die Standardabweichung beläuft sich auf 1256 mit dem Maximum bei 8571 und einem Minimum von 4280 Besuchen eines Tieres an den verschiedenen Erkennungsstellen.

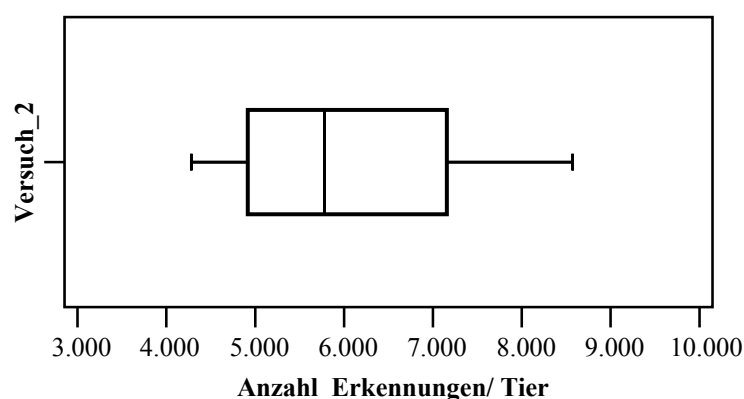


Abbildung 59: Anzahl Besuche der Tiere (n) an allen Erkennungsstellen im Versuch 2

Um einen Überblick über die Individualität der Schweine in der Nutzung der Beschäftigungsbereiche zu zeigen, sind in Abbildung 60 die Besuche der Einzeltiere in den

Perioden 4 (SA+,WM+) bis 7 (SA-,WM-) aufgeführt.

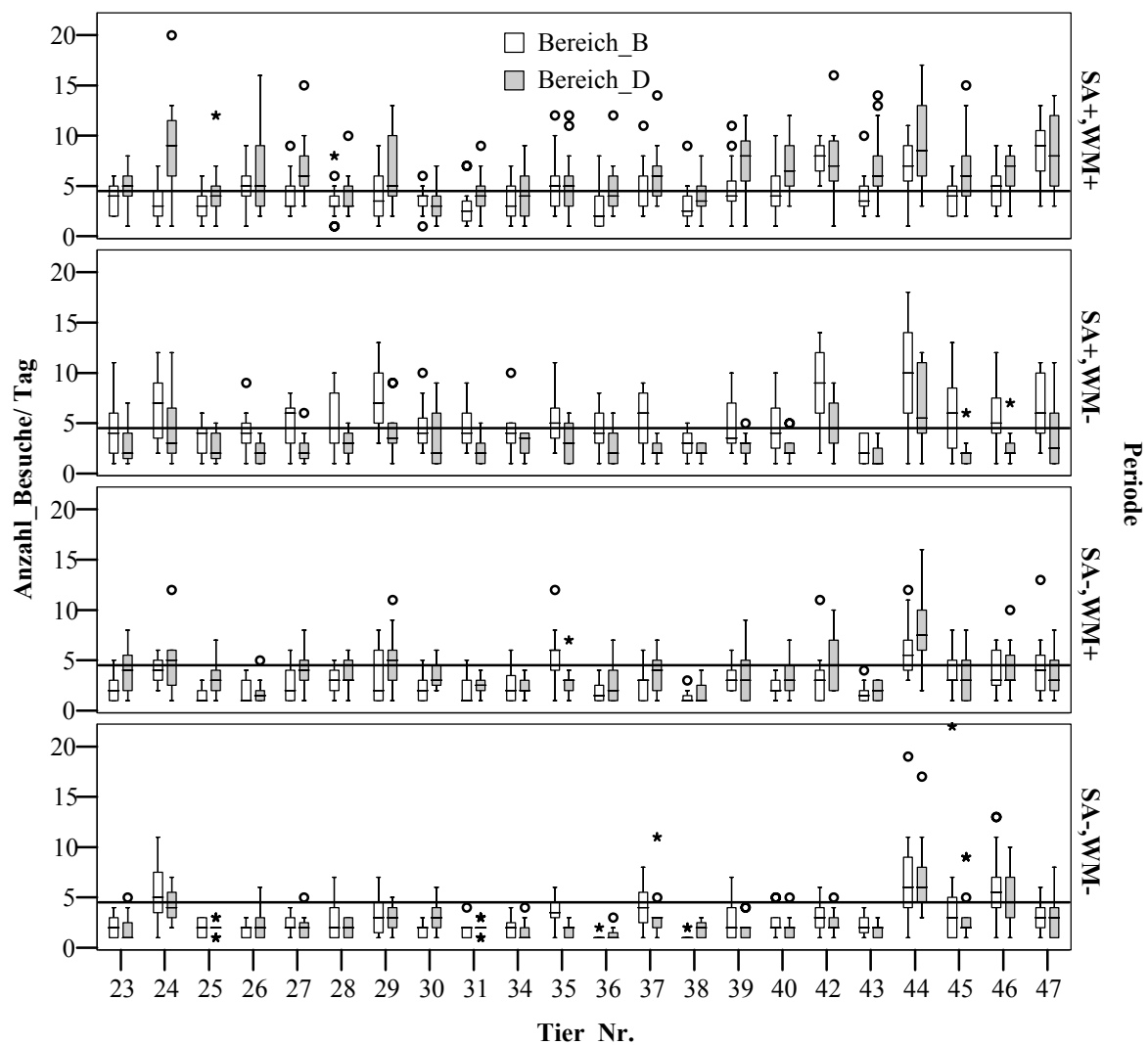


Abbildung 60: Anzahl Besuche je Einzeltier und Tag (n) in den Bereichen B und D während der Perioden 4-7, Versuch 2

Die Differenzen zwischen Schweinen, die sich auf einem hohen Aktivitätsniveau befinden gegenüber denen auf einem niedrigen Niveau sind innerhalb einer Periode erheblich. Dagegen scheint das potentielle Aktivitätsniveau eines Schweins relativ manifestiert zu sein, da Tiere, die im Jugendalter aktiver sind als der Gruppendurchschnitt, diese Eigenschaft auch im weiteren Verlauf überwiegend beibehalten. Aktivere Tiere zeichnen sich u.a. auch durch eine höhere Standardabweichung und mehrere Datenausreißer aus. Auch in dieser Periodenfolge zeigt sich, dass die Schweine in der ersten Periode als Gruppe eine relativ homogene Entscheidung in der Besuchshäufigkeit zu einem Beschäftigungsangebot treffen. Voraussetzung dabei ist, dass beide Angebote zugänglich sind und kein vorheriges Lernen ermöglicht wird. Die stärkere Präferenz für den Bereich D fällt bei jedem Schwein unterschiedlich groß aus. Unterscheiden kann man zwischen Tieren, die den Bereich D viel

häufiger nutzen als den Bereich B (z.B. Tier 40, 44) und den Tieren, bei denen die Differenz von Bereich D zu Bereich B nur relativ gering ist bzw. auf einem ähnlichen Niveau verläuft (z.B. Tier 25, 35).

Die zuletzt erwähnten Schweine reagieren in der folgenden Periode (SA+,WM-) nur wenig auf den Verlust der Wühlmatte. Sie besuchen den Bereich des Strohautomaten in ähnlicher Frequenz wie zuvor und den Bereich der Wühlmatte weniger. Andere Schweine orientieren ihre Aktivität nun vollständig auf den Bereich Strohautomat um, so dass auch hier deutliche Unterschiede in der Nutzungshäufigkeit auftreten. In der folgenden Periode (SA-,WM+) ist die Gesamtaktivität der Gruppe vergleichsweise der zuvor charakterisierten Periode 4 zurückgegangen. Der Bereich Wühlmatte wird nun um 77% häufiger in Anspruch genommen als der Bereich des Strohautomaten. Die Differenzen zwischen diesen Bereichen sind jedoch nicht mehr so groß wie zuvor. In der letzten dargestellten Periode (SA-,WM-) ohne den Zugang zu beiden Beschäftigungsangeboten geht das Aktivitätsniveau weiter zurück. Während einige Tiere die Häufigkeit ihrer Besuche noch weiter aufrechterhalten haben, sinkt das Interesse bei anderen Tieren auf ein Minimum.

In der folgenden Abbildung 61 werden die verschiedenen Aktivitätsniveaus über den Zeitraum der drei Perioden 4 (SA+,WM+), 5 (SA+, WM-) und 6 (SA-,WM+) verdeutlicht. Die hier dargestellten fünf Tiere sind ausgewählt worden, da sie in den Perioden der Abbildung 61 große Unterschiede gegenüber dem Mittelwert aufweisen. So hat besonders Tier 44 eine überdurchschnittlich ausgeprägte Präferenz für die Wühlmatte und anschließend für das jeweils zugängliche Angebot. Weiterhin zeigen die Tiere 25, 30 und 40 eine der Gruppenpräferenz entsprechende Entwicklung in ihrer Präferenz zu den Beschäftigungsbereichen. Allerdings unterscheidet sich das Aktivitätsniveau der Tiere: Schwein 25 und 30 befinden sich überwiegend unterhalb des Mittelwertes (gestrichelte Linie) und die Unterschiede zwischen den zwei Angeboten sind gering. Tier 40 zeigt eine Frequenz oberhalb des Mittelwertes mit deutlicheren Differenzen zwischen den beiden Angeboten. Tier 35 entwickelt letztlich eine eindeutige Präferenz für den Bereich B. Interessant zum Zeitpunkt des Periodenwechsels ist insbesondere der Besuchsanstieg in den Tagen nach Verschließen der Wühlmatte. Dieser Effekt tritt am nächsten Periodenwechsel in veränderter Art und Weise wieder auf. Die Besuchszahlen an der Wühlmatte steigen schnell an, während ein Anstieg im Bereich Strohautomat nur vereinzelt festzustellen ist.

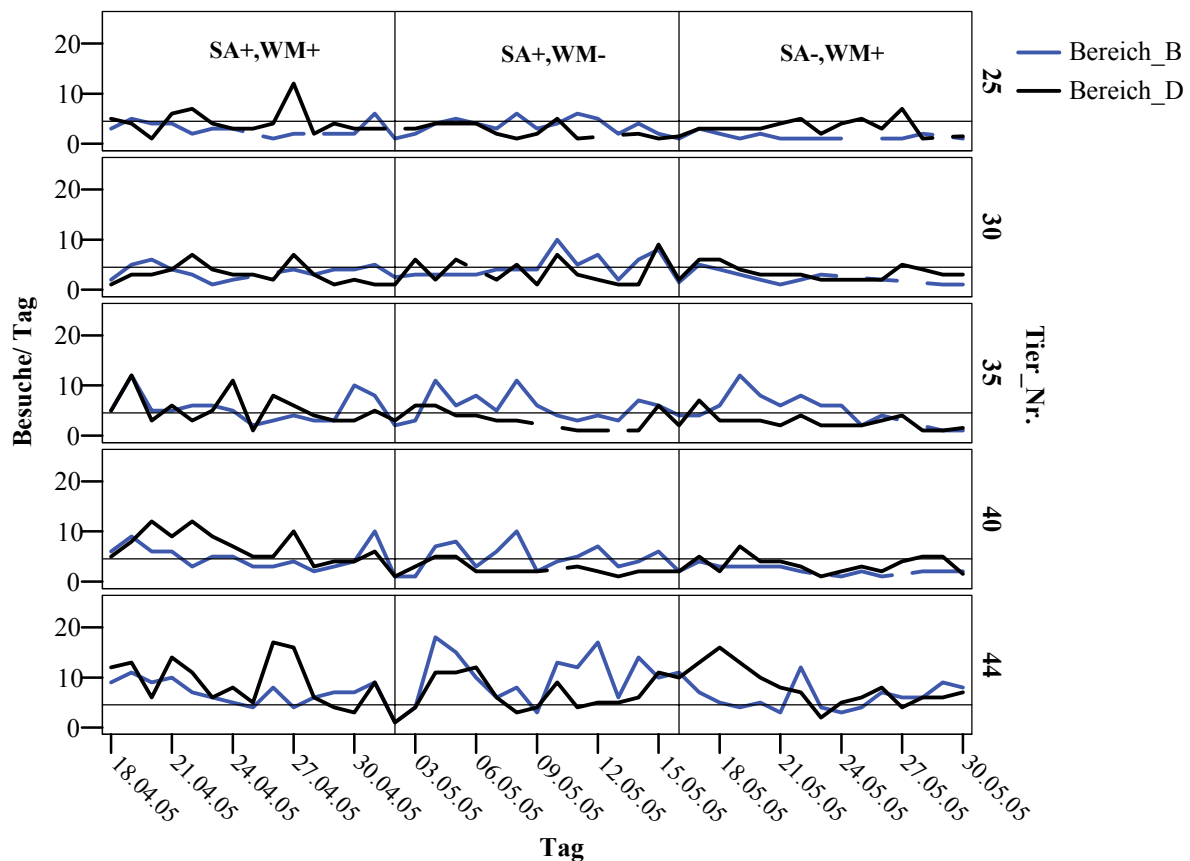


Abbildung 61: Verlauf der Anzahl Besuche je Tag (n) von fünf Schweinen in den Bereichen B und D während der Perioden 4-7, Versuch 2 (MW Bereich B&D = gestrichelte Linie)

Die Individualität der Schweine wird zusätzlich dadurch hervorgehoben, dass einige Tiere nicht jeden Tag jeden Beschäftigungsbereich aufsuchen. Dies lässt sich u.a. an den vier exemplarisch ausgewählten Erkennungsstellen in Abbildung 62 feststellen.

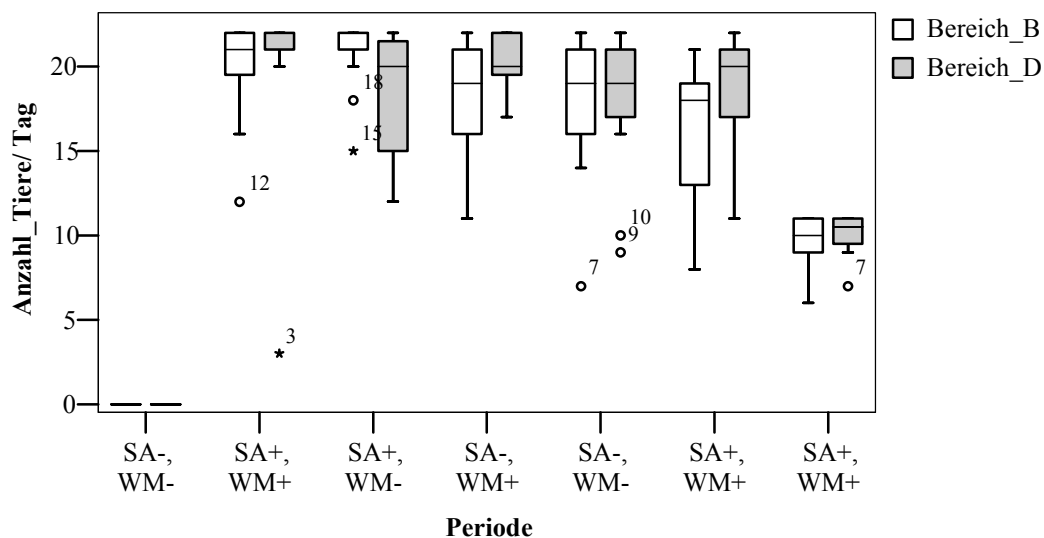


Abbildung 62: Anzahl unterschiedlicher Tiere je Tag an vier ausgewählten Erkennungen in den Perioden 3-9, Versuch 2

Die einzige Erkennung die täglich von fast allen Schweinen in allen Perioden besucht wird, ist der Futterautomat FA 1. Selbst die Tränke WS 5 wird von nicht allen Tieren täglich aufgesucht. Nach im Durchschnitt 16 Tieren steigt deren Anzahl ab Periode 5 (SA+,WM-) signifikant auf im Mittel 20 Tiere (Anhang 54). Bei den zwei Beschäftigungsbereichen stellt sich die Situation wie folgt dar. Vergleicht man den Bereich Strohautomat mit dem Bereich Wühlmatte, so wird ersterer bei einer gleichzeitigen Verfügbarkeit von weniger Tieren aufgesucht. Die Spannweite der Box vom Quartil 25-75 ist bei letzterem weniger stark ausgeprägt. Die Unterschiede zwischen den Perioden sind für den Bereich Wühlmatte bis zur Periode SA-,WM- zu SA+,WM+ signifikant ($p < 0,05$) (Anhang 55). Eine Signifikanz wird für den Bereich Strohautomat nur zwischen Periode 5 (SA+,WM-) und 6 (SA-,WM+) erreicht. Die hierarchische Clusteranalyse zeigt, dass bei einzelnen Tieren ähnliche Verhaltensstrukturen in der Kombination Anzahl der Besuche an den Erkennungsstellen je Tag und der Aufenthaltsdauer in den vier Bereichen pro Tag auftreten (Abbildung 63).

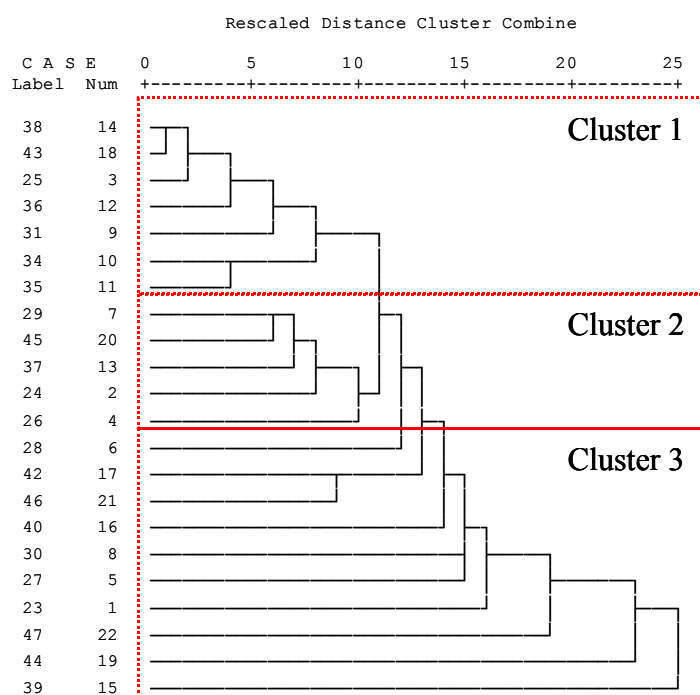


Abbildung 63: Clusteranalyse über Anzahl Besuche je Erkennung und Aufenthaltsdauer je Bereich und Tag je Einzeltier, Versuch 2).

Insgesamt können in diesem Versuch drei Cluster-Untergruppen gebildet werden. Dabei haben in Cluster 1 50% von den sieben Tieren eine geringere direkte Distanz von < 4 . Die fünf Tiere im Cluster 2 haben eine Distanz von > 7 und gehen schließlich in die Struktur der stark individualisierten Verhaltensmerkmale der restlichen Tiere neun Tiere über. Von den exemplarisch in Abbildung 61 ausgewählten Tieren stehen nur zwei Tiere (25, 35) relativ eng zusammen in einem Cluster (Cluster 1). Alle weiteren Tiere (30, 40, 44) befinden sich in

Cluster 3 und unterstreichen damit ihre individuelle Verhaltensstruktur, was sich u.a. auch in einem Abstand der Clusterdistanz von > 14 manifestiert.

5.1.2.2.2 Aufenthaltsdauer

Wenn den Schweinen die zwei Beschäftigungsbereiche offen stehen, so wird der Bereich Wühlmatte von den Tieren durchweg länger aufgesucht als der Bereich Strohaumat (Abbildung 64).

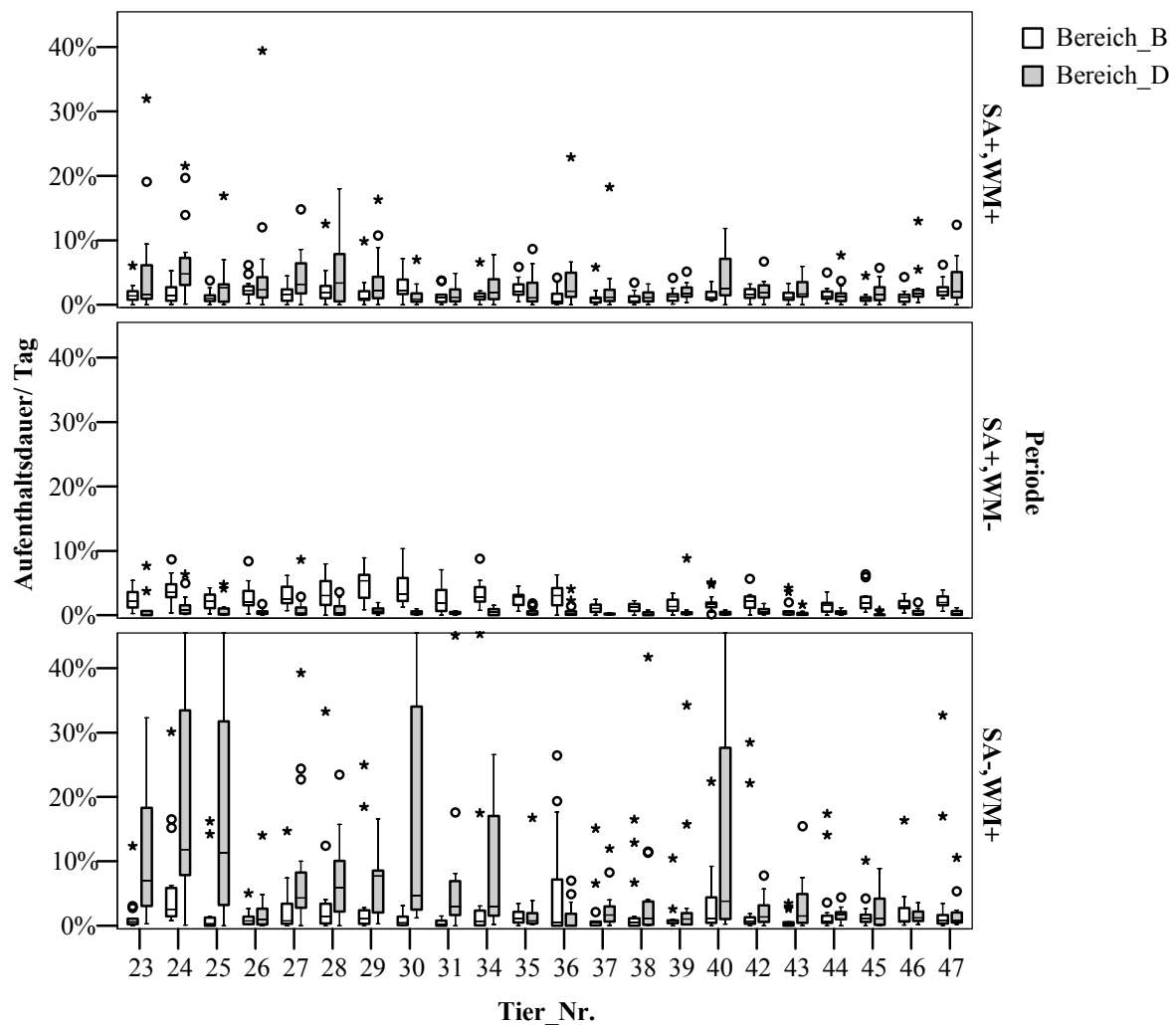


Abbildung 64: Aufenthaltsdauer (%) je Einzeltier und Tag in den Bereichen B und D während der Perioden 4-6, Versuch 2

Zwischen den Tieren gibt es erhebliche Unterschiede. Abgesehen von Ausreißern wird eine Überschreitung von 10% der Aufenthaltsdauer an einem Tag in dieser Periode nicht überschritten. Dies gilt sowohl für den Bereich D als auch für den Bereich B.

Die Schweine können in der darauf folgenden Periode die Wühlmatte nicht erreichen. Es kommt zu einer verkürzten Aufenthaltsdauer in diesem Bereich. Dieser beträgt bei allen Tieren ein Minimum (MW 0,59%/Tag). Der Bereich Strohaumat wird nun vermehrt

aufgesucht, die Unterschiede zwischen den Tieren bleiben deutlich. Die Präferenz ist vergleichsweise zur vorherigen Periode entgegengesetzt. Das Niveau der Aufenthaltsdauer in Bereich B liegt jedoch bei vielen Tieren nur geringfügig über dem Niveau in der vorherigen Periode. Eine Überschreitung von 11% Aufenthaltszeit je Tag wird selbst von Einzelwerten nicht erreicht.

In Periode 6 (SA-,WM+) verändert sich das Bild der Aufenthaltsdauer zwischen den Schweinen. Prinzipiell suchen bis auf drei Schweine alle anderen Tiere den Bereich Wühlmatte wieder häufiger auf als den Bereich Strohautomat. Jedoch halten sechs Tiere sich nun auf einem Niveau von weit über 10% Aufenthaltsdauer je Tag im Bereich D auf (Maximum 68,44%/Tag). Vier weitere Tiere erreichen ein Level von 5-10%. Einige andere Tiere dagegen suchen den Bereich der Wühlmatte auch in dieser Periode nur in einer Zeitspanne auf wie zwei Perioden vorher (beide Beschäftigungsbereiche standen zur Verfügung). Der Bereich des Strohautomaten erfährt in dieser Periode ebenfalls eine leichte Steigerung von 0,28% auf im Mittel 2,76%/Tag, jedoch fällt diese Steigerung gegenüber der Steigerung im Bereich D nur marginal aus.

5.1.2.2.3 Besuchszeitpunkt

Die Verteilung der Besuche über den Tag werden in Abbildung 65 dargestellt. Für die Aufenthaltsbereiche B-D sind diese Rhythmen der Einzeltiere auf der Basis der gesamten Versuchsperiode nicht so stark ausgeprägt. Es lassen sich jedoch unterschiedliche Charakteristika feststellen. Zur Verdeutlichung der Unterschiedlichkeit wird hier auf die drei Tieren 31, 37 und 47 zurückgegriffen. So zeigt Tier 47 in den Nachtstunden eine Aktivität nur zwischen dem Bereich C und den Stellen zur Nahrungsaufnahme. Es besuchte nicht die zwei Beschäftigungsbereiche B (Strohautomat) und D (Wühlmatte). Diese werden jedoch von den Tieren 31 und 37 gelegentlich aufgesucht. Erst in den Morgenstunden werden die Tiere aktiv und wechseln den Aufenthaltsort. Für diese zwei Tiere ist ein asynchroner tageszeitlicher Standortwechsel festzustellen. Dagegen tritt im Vergleich Tier 31 zu Tier 47 in der Nutzung des Bereiches D der umgekehrte Fall auf.

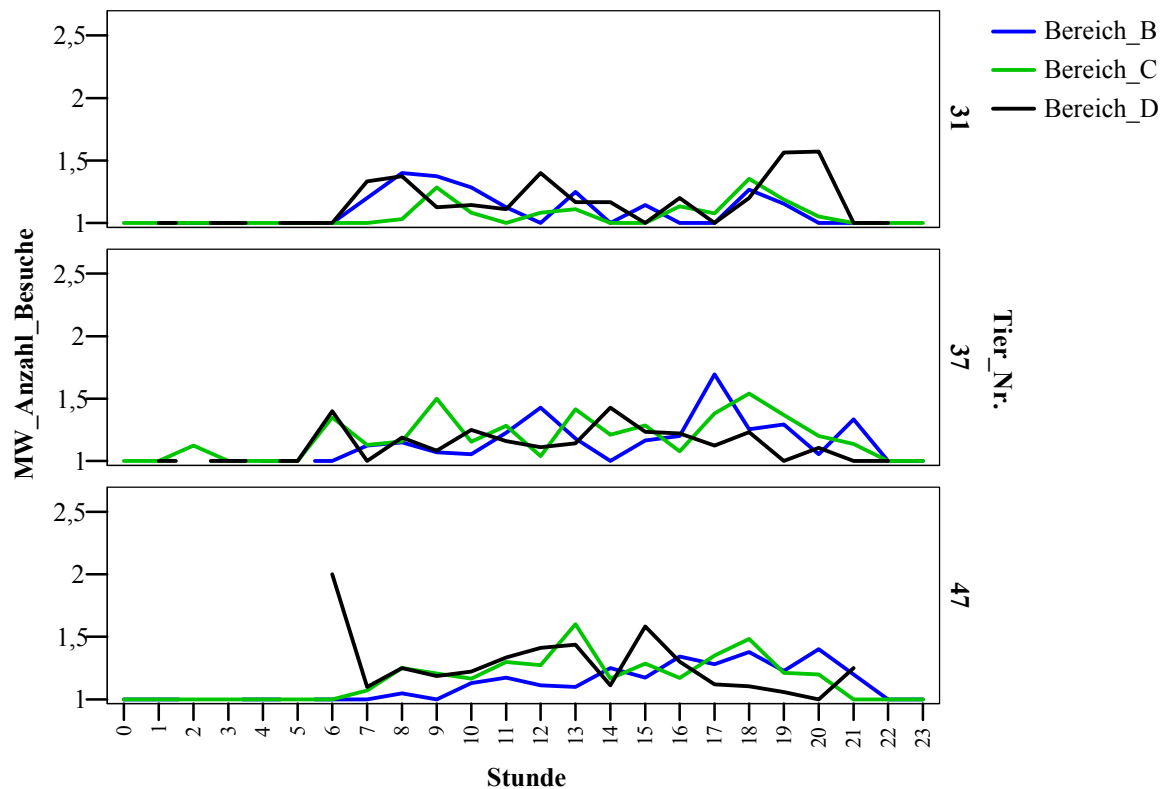


Abbildung 65: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf in den drei Bereichen B, C und D, Versuch 2

Das Bedürfnis zur Nahrungsaufnahme kann durch die ad-libitum-Fütterung jederzeit, wenn ein Futterautomat nicht besetzt ist, befriedigt werden. So lassen sich selbst über den gesamten Versuchszeitraum sowohl für die Tränken als auch für die Futterautomaten tierindividuelle Unterschiede im Tagesverlauf erkennen (Abbildung 66). Tier 31 zeichnet sich z.B. durch eine erhöhte Fressbereitschaft in den Nacht- und frühen Morgenstunden aus. Vormittags gehen die Besuche an den Futterautomaten etwas zurück und steigen dann erst wieder gegen Abend an. Tier 37 hält hingegen eine ausgeprägte Nachtruhe ein, bevor es dann am Morgen zunächst Futter und dann Wasser aufnimmt. Das nun erreichte Niveau wird nicht in den Mittagsstunden, sondern erst in den Abendstunden reduziert. Auffällig ist bei diesem Tier, dass der Verlauf der Besuche an den Futterautomaten FA 1 und FA 2 relativ gleichförmig ist. Das als drittes Beispiel dargestellt Tier 47 zeigt für die zwei Tränken in den Nachtstunden nur einen geringen Bedarf. Hier werden besonders häufig die Futterautomaten genutzt.

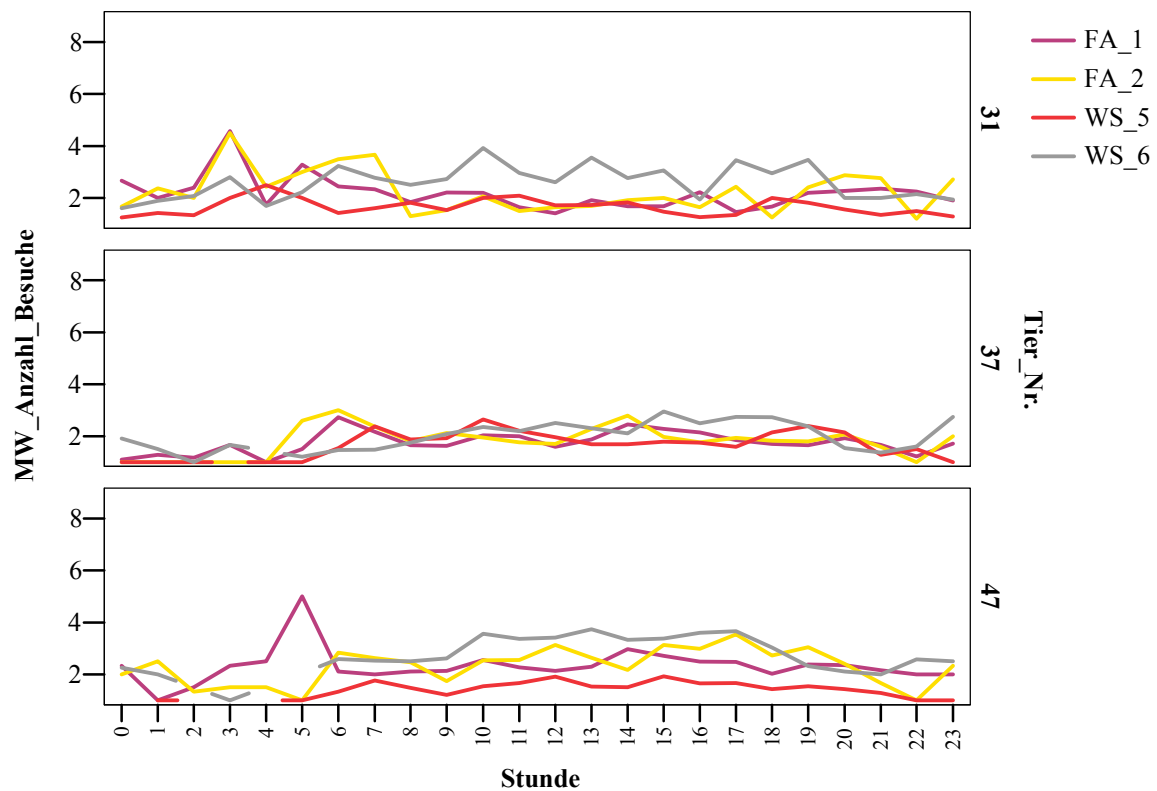


Abbildung 66: Mittlere Anzahl Besuche (n) von drei ausgewählten Schweinen im Tagesverlauf an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 2

5.2 Ein Modell zur Bewertung von Präferenz, Affinität und Kompensation

5.2.1 Die Grundlage für das Modell: der einzeltierbezogene Präsenzwert W

Ein Schwein kann im Prinzip unendlich häufig ein Angebot innerhalb eines Tages wie z.B. den Bereich D frequentieren und sich dort dann nur jeweils sehr kurz aufhalten. Ein zweites Schwein verhält sich völlig entgegengesetzt: es wechselt nur selten seinen Aufenthaltsort und verbringt den größten Anteil seines Zeitbudgets z.B. im Bereich D. Beide Schweine zeigen hiermit eine sehr unterschiedliche Präferenz für dieses spezielle Angebot. Mit dem vorliegenden Modell soll nun geprüft werden, ob diese beiden Faktoren Frequenz und Dauer sich zusammenführen lassen. Das Ziel ist, die drei Parameter

- **Präferenz:** als eine Funktion der Zeit im Vergleich zweier Angebote
- **Affinität:** als eine Funktion der Zeit im Vergleich eines Angebotes im zeitlichen Verlauf
- **Kompensation:** als die Beschreibung der Beziehung zwischen zwei Affinitäten

auf der Basis Einzeltier in einem frei wählbaren Zeitraum in je einer Maßzahl definieren zu können. Die Modellbildung selbst vollzieht sich nach den in Abbildung 67 dargestellten Schritten. Der unter dem Dauer-Frequenz-Aspekt gebildete Präsenzwert W stellt dabei die Grundlage aller darauf aufbauenden Entwicklungsschritte zur Berechnung von Präferenz, Affinität und Kompensation dar.

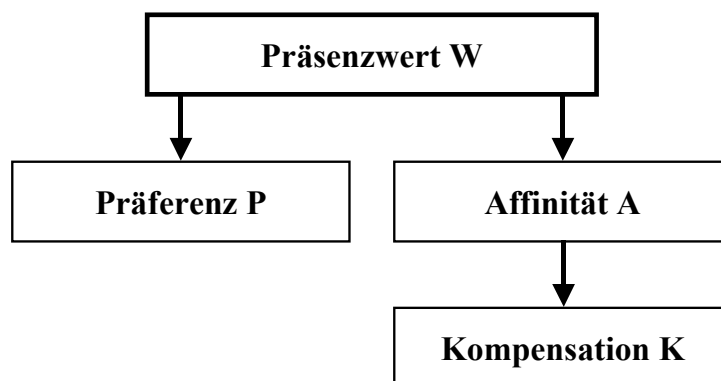


Abbildung 67: Der Präsenzwert W als Grundlage in der Modellberechnung

Um die Präferenz P für ein bestimmtes Angebot x_i in einer Periode p_k des Versuches bestimmen zu können, wird im ersten Schritt der sog. **Präsenzwert W** gebildet. Dieser ist das Produkt der Summe der Aufenthaltsfrequenz c und der Summe der Aufenthaltsdauer t eines jeden Einzeltieres a_j in einem frei wählbaren Zeitraum t (Tag, Stunde, Minute) (Tabelle 24).

Tabelle 24: Modellansatz zur Bestimmung von Präferenz, Affinität und Kompensation

Bezeichnungen	
W	Präsenzwert
P	Präferenz
A	Affinität
K	Kompensation
a _j	Tier
x ₁	Bereich (z.B. Bereiche A-D)
p _k	Periode im Versuch (1-11)
d _p	Tag der Umstellung zwischen zwei Perioden
c	Frequenz an Erkennungsstelle
t	Aufenthaltsdauer im Bereich
Präsenzwert	
$W_{a_j x_1 p_k} = \left(\sum_{a_j} c_{a_j x_1 p_k} \right) \left(\sum_{a_j} t_{a_j x_1 p_k} \right)$	
Präferenz	
$P_{a_j x_1 / 2 p_k} = \frac{\left(\sum_{a_j} c_{a_j x_1 p_k} \right) \left(\sum_{a_j} t_{a_j x_1 p_k} \right)}{\left(\sum_{a_j} c_{a_j x_2 p_k} \right) \left(\sum_{a_j} t_{a_j x_2 p_k} \right)}$	
Affinität	
$A_{a_j x_l (d_p \pm p_k)} = \frac{\left(\sum_{a_j} c_{a_j x_l (d_p - p_k)} \right) \left(\sum_{a_j} t_{a_j x_l (d_p - p_k)} \right)}{\left(\sum_{a_j} c_{a_j x_l (d_p + p_k)} \right) \left(\sum_{a_j} t_{a_j x_l (d_p + p_k)} \right)}$	
Kompensation	
$K_{a_j x_1 / 2 (d_p \pm p_k)} = \frac{A_{a_j x_1 (d_p \pm p_k)}}{A_{a_j x_2 (d_p \pm p_k)}}$	

Für eine graphische Darstellung des Modells wird im Folgenden auf ein Koordinatensystem mit vier Quadranten zurückgegriffen (Abbildung 68).

Die zwei Quadranten W1 und W2 gehören zum Angebot X1. Der Quadrant W1 gibt weiterhin die Situation vor einem Zeitpunkt d_p (=ante) und der Quadrant W2 nach einem Zeitpunkt wie z.B. einen Periodenwechsel d_p (=post) wieder. Analog gilt dies für ein zweites Angebot X2 mit den Quadranten W3 und W4.

Der Präsenzwert gilt per Definition für ein Tier und für eine Angebotskonstellation X1 zu X2 in dem Zeitraum d_p+p_k (=ante) bzw. d_p-p_k (=post). Er ist die Grundlage auch für die weiteren Berechnungsvorgänge von Präferenz, Affinität und Kompensation.

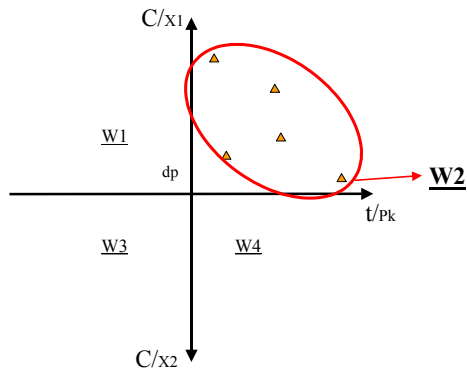


Abbildung 68: Berechnung des Präsenzwert W für den Quadranten $W2$ aus der Häufigkeit c und der Dauer t über einen Zeitraum von z.B. fünf Tagen

Beispiel: ein Tier erzeugt in einem Zeitraum von fünf Tagen acht Besuche (c) im Bereich D und verbringt dort insgesamt 12,5 Minuten (t) seines Zeitbudgets. Daraus ergibt sich ein Präsenzwert von $W = 8 \times 12,5 = 100 \text{ c/t}$.

5.2.2 Das Präferenzmodell

5.2.2.1 Modellentwicklung zum Präferenzwert P

Es wird nun weiterhin angenommen, dass die Präferenz eines Tieres zu einem speziellen Objekt im Verhältnis zum Angebot in seiner Umgebung einzuordnen ist. Daraus ergibt sich, dass der Quotient aus zwei Präsenzwerten die **Präferenz P** eines Tieres für ein Angebot im Vergleich zu einem anderen darstellt. Das Ergebnis ist ein dimensionsloser Wert.

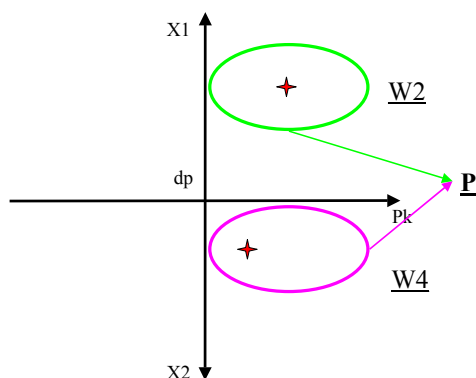


Abbildung 69: Berechnung der Präferenz P zwischen dem Angebot $X1$ und $X2$

Beispiel: Die Berechnung des Präsenzwertes für ein zweites Angebot ergibt für das gleiche Schwein im gleichen Zeitraum einen W -Wert von 50 c/t gegenüber 100 c/t für das erste Angebot.

Der Quotient der beiden Präsenzwerte W zum Präferenzwert $P = \frac{100^{c/t}}{50^{c/t}}$ hat die

Größe 2. Damit zeigt das Schwein eine Präferenz von $P=2$ für das im Zähler des Quotienten aufgeführte Angebot.

Für eine Periode lassen sich für jedes Tier 12 Präferenzwerte zwischen den verschiedenen

Bereichen A-D ermitteln und vergleichen (Tabelle 25).

Tabelle 25: Matrix der Präferenzwerte für die Bereiche A-D für einen Zeitraum pk und die Anzahl daraus resultierender Präferenzquotienten

Bereich	A	B	C	D
A		x	x	x
B	x		x	x
C	x	x		x
D	x	x	x	

Ein Präferenzwert $P > +1$ zeigt eine Präferenz für das im Zähler genannte Angebot. Bei einer hohen Präferenz für das im Nenner stehende Angebot führt die Bildung des Quotienten zu einem Präferenzwert $0 \leq X \leq +1$ und damit zu einer Verschiebung des Präferenzniveaus. In diesem Fall wird der negative Kehrwert des Quotienten gebildet. Eine Präferenz für das im Nenner stehende Angebot wird somit mit einem Wert < -1 gekennzeichnet. Das Minuszeichen weist auf die Achsenrichtung hin.

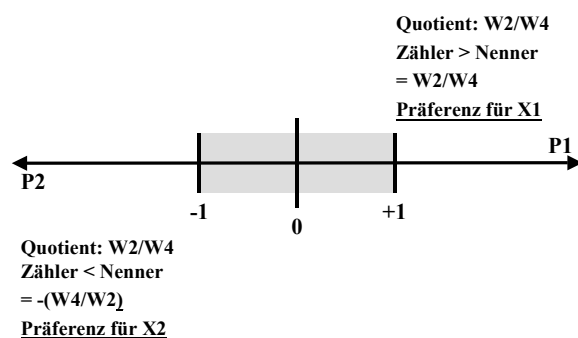


Abbildung 70: Werteskala der Präferenz P

Steigende positive P-Werte bedeuten eine hohe Präferenz für das Angebot des Präsenzwertes $W1$ und fallende, negative P-Werte eine hohe Präferenz für das Angebot des Präsenzwertes $W2$. In dem vorliegenden Beispiel fungiert der Bereich Strohhautmat bei der Bildung der entsprechenden Quotienten als Zähler und der Bereich Wühlmatte als Nenner. Daraus ergibt sich für die graphische Darstellung, dass der Bereich Strohhautmat Werte $> +1$ und der Bereich Wühlmatte Werte < -1 erhält.

Der Bereich von -1 bis +1 ist mit keinem einzeltierbezogenen Präferenzwerten belegt. Für das Einzeltier ergibt sich daraus eine klare Zuordnung. Aufgrund der Variation der Präferenz der Tiere innerhalb einer Gruppe (\bar{x}) entstehen Werte innerhalb des Wertebereiches von -1 bis +1. In einer solchen Situation ist die Betrachtung der P-Werte auf weitere statistische

Maßzahlen (Maximum, Minimum, Standardabweichung) auszuweiten.

5.2.2.2 Die Präferenz P am Beispiel ausgewählter Perioden im Versuch 2

Die Präferenz am Ende der Periode 4 (SA+,WM-) im Versuch 2 für die zwei Beschäftigungsbereiche stellt sich folgendermaßen dar (Abbildung 71). Viele der Tiere befinden sich nahe der Grenzlinie 1 bzw. -1. Das Verhältnis der Anzahl Tiere im P-Wertebereich Strohhautomat zu P-Wertebereich der Wühlmatte beträgt 1:1,25 und ist damit relativ ausgeglichen. Insgesamt haben vier Tiere jedoch eine eindeutig höhere Präferenz für den Bereich Wühlmatte (<-1) als für den Bereich Strohhautomat. Ein Tier (Nr. 30) zeigt mit einem P-Wert von +28 seine eindeutige Präferenz für den Bereich Strohhautomat (Anhang 56). Im Mittel wird ein Präferenzwert von -0,3 erreicht, was auf eine relativ ausgeglichene Attraktivität der Bereiche für die Schweine hindeutet (Tabelle 26, Anhang 57).

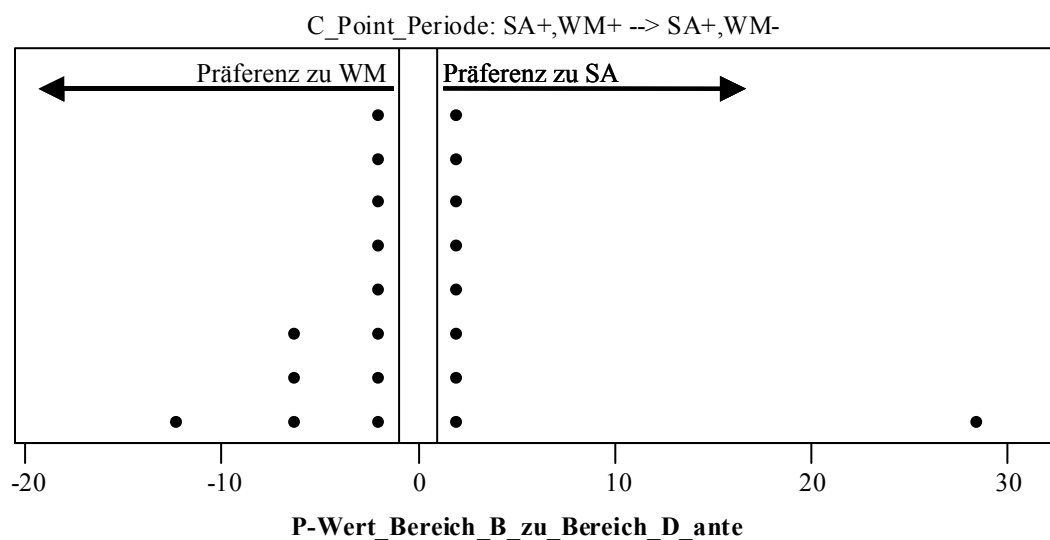


Abbildung 71: Verteilung der P-Werte vor der Angebotsveränderung am Ende der Periode 4 (SA+,WM+) zwischen den zwei Angeboten Strohhautomat ($>+1$) und Wühlmatte (<-1)

Direkt nach Umstellung auf eine Versuchsanstellung mit abgesperrter Wühlmatte und einem weiterhin nutzbaren Strohhautomaten verändert sich die Situation signifikant ($p<0,01$) (Anhang 58). Obwohl die Wühlmatte nicht mehr erreichbar ist, zeigen fünf Schweine weiterhin für diesen Bereich eine höhere Präferenz. Vier der fünf Tiere haben diesen Bereich auch schon zuvor präferiert. Das Verhältnis von Bereich B zu Bereich D in der Anzahl zugeteilter Präferenzwerte beträgt hier 3,2:1 (Abbildung 72).

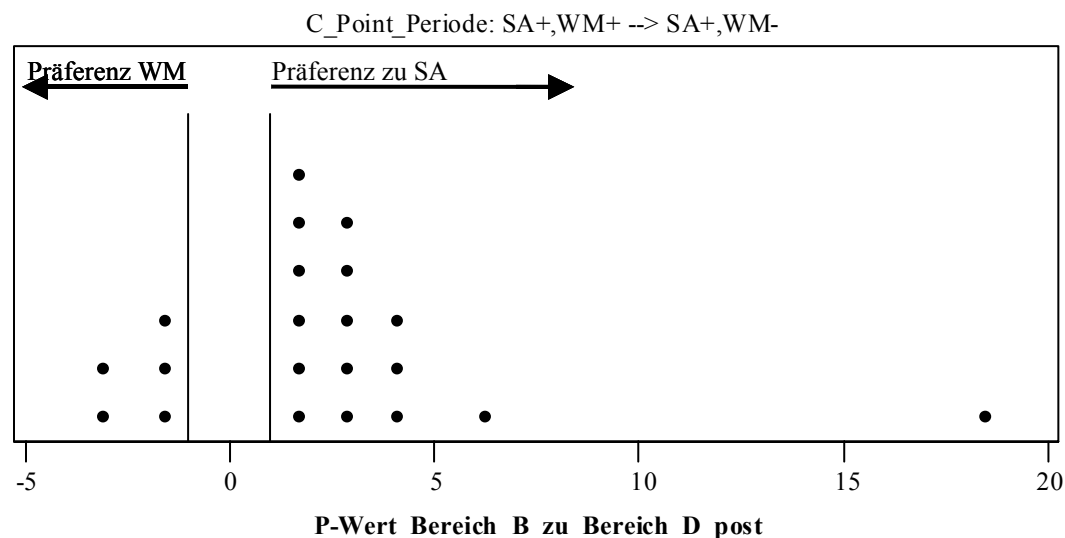


Abbildung 72: Verteilung der P-Werte nach der Angebotsveränderung zu Anfang der Periode 5 (SA+,WM-) zwischen den zwei Angeboten Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)

Die anderen Schweine ziehen in diesem Zeitraum den Bereich Strohautomat vor. Der eine extreme Datenpunkt auf der Seite Präferenz zum Strohautomat steht jedoch nicht für das gleiche Schwein wie der Extremwert im Zeitabschnitt zuvor (P-Wert Bereich B zu Bereich D ante). Der Mittelwert von $P=2,3$ (Wert ist größer +1) deutet für diesen Versuchsabschnitt auf einen Präferenzvorteil des Strohautomaten hin.

Tabelle 26: Statistik der Präferenzwerte zu den Periodenwechseln von Perioden 4 (SA+,WM+) bis zu Periode 6 (SA-,WM+) bezüglich der zwei Angebote Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)

C-Point Periode		Mittelwert	Minimum	Maximum	s
SA+,WM+ →	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	-0,32	-12,42	28,38	7,52
SA+,WM-	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	2,34	-3,35	18,41	4,43
SA+,WM- →	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	111,41	2,35	1387,73	298,90
SA-,WM+	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	-4,56	-18,97	3,61	4,77

Der nächste Zeitraum, welcher zur Berechnung des Präferenzwertes P herangezogen wird, ist das Ende der Periode 5 (SA+,WM-). Alle Tiere zeigen in diesem Abschnitt eine Präferenz für den Bereich Strohautomaten (Abbildung 73). Der P-Wert beträgt hier im Mittel $P=111,4$ mit einem Minimum von $P=2,3$. Damit entspricht das Minimum dieses Abschnitts am Ende der Periode 5 dem Mittelwert zu Anfang dieser Periode 5. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der hohe Mittelwert besonders durch die extrem hohen Werte der drei Tiere 45, 36 und besonders Tier 23 hervorgerufen wird. Auch hier wird der höchste Wert wieder von einem anderen Tier erzeugt als die Extremwerte in den vorher beschriebenen Zeiträumen.

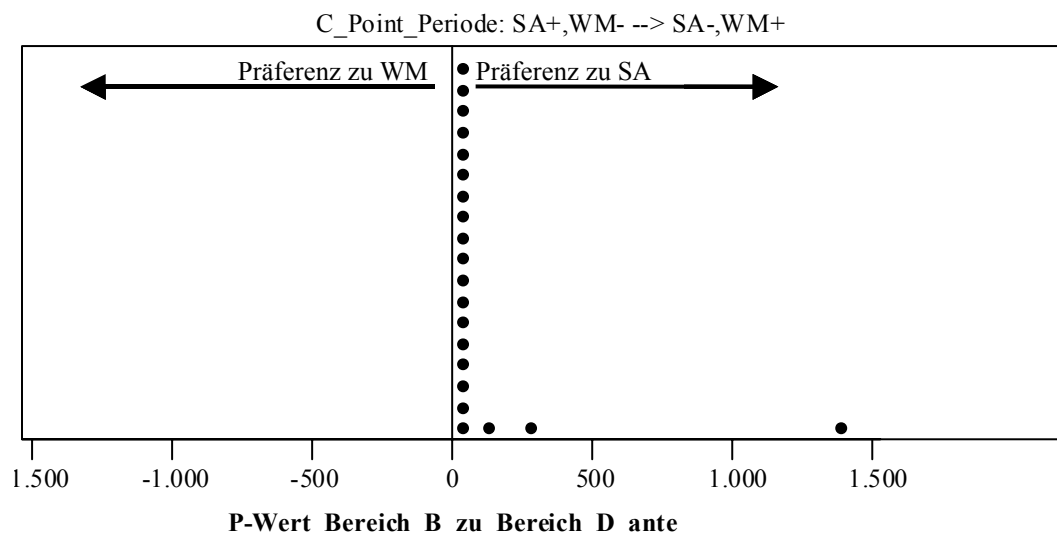


Abbildung 73: Verteilung der P-Werte vor der Angebotsveränderung am Ende der Periode 5 (SA+,WM-) zwischen den zwei Angeboten Strohhautmat (>+1) und Wühlmatte (<-1)

Die erneute Umstellung der Versuchsanordnung auf eine erreichbare Wühlmatte und einen abgesperrten Strohhautmaten hat direkte, signifikante Konsequenzen für die Verteilung der P-Werte ($p < 0,01$). Bis auf den P-Wert von Tier 35 sind alle anderen negativ (Strohhautmat:Wühlmatte = 1:20) (Anhang 56, Anhang 58).

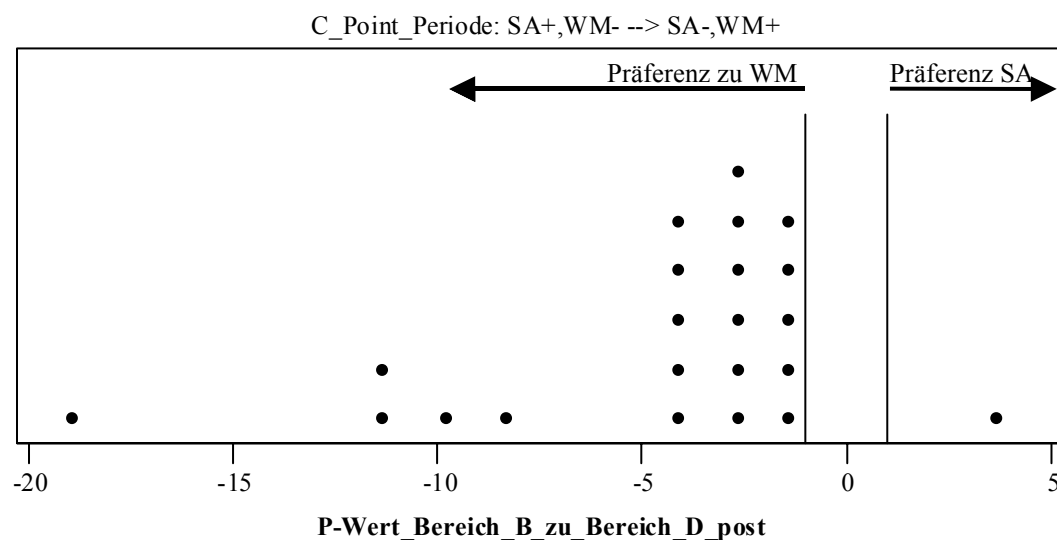


Abbildung 74: Verteilung der P-Werte nach der Angebotsveränderung zu Anfang der Periode 6 (SA-,WM+) zwischen den zwei Angeboten Strohhautmat (>+1) und Wühlmatte (<-1)

Die Tiere offenbaren somit eine höhere Präferenz für den Bereich Wühlmatte (Abbildung 74). Der Mittelwert verschiebt sich auf $P = -4,5$. Gegenüber dem Zeitabschnitt vor der Umstellung (ante) sind nun keine erheblichen Ausreißer festzustellen.

5.2.3 Das Affinitätsmodell

5.2.3.1 Eine Modellentwicklung für den Affinitätswert A

Die **Affinität A** kennzeichnet die Entwicklung des Präsenzwertes im zeitlichen Verlauf. Sie gewinnt besonders dann an Bedeutung, wenn die Schweine ein Angebot nach einem Periodenwechsel nicht mehr erreichen können. Zur Berechnung der Affinität wird statt des Quotienten der Präsenzwerte zweier Angebote der gleichen Periode nun der Quotient der Präsenzwerte eines Angebotes in zwei aufeinander folgenden Perioden d_{p+p_k} und d_{p-p_k} gebildet (Abbildung 75). Damit erhält man nun eine Maßzahl, die anzeigt, wie stark der ursprüngliche Präsenzwert aufrechterhalten wird, wenn das Angebot z.B. nicht mehr erreichbar ist. Die Affinität kann so für jedes Angebot ermittelt werden. Sie hat besondere Bedeutung im zeitnahen Raum um eine Angebotsveränderung in der Haltungsumwelt. Speziell die vier Tage vor und nach einem Periodenwechsel werden in die Betrachtung einbezogen. Bei einer längeren Zeitspanne ist davon auszugehen, dass Lerneffekte bei den Schweinen die Ausprägung der Affinität verwischen.

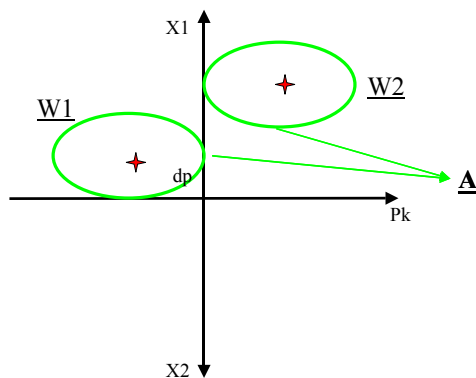


Abbildung 75: Berechnung der Affinität A des Angebotes X1

Da auch hier ein hoher Präsenzwert W im Zähler eine Dimensionsverschiebung bringt, wird analog der Vorgehensweise beim Präsenzwert P ein negativer Affinitätswert A gebildet.

Beispiel: Einer Periode mit dem Präsenzwert $W=50$ c/t folgt aufgrund einer veränderten Umweltbedingung eine Periode, in der der Präsenzwert für diesen Bereich 100 c/t beträgt. Durch die Bildung des negativen Kehrwertes des Präsenzwertquotienten resultiert ein Affinitätswert A von -2. Dieser Wert zeigt nun an, dass das Schwein nach dem Periodenwechsel eine hohe Affinität für das neue Angebot zeigt.

Für die Interpretation der negativen Affinität gilt es, die Angebotssituation immer von zwei Seiten aus zu betrachten: kommt ein neues und für die Schweine attraktives Angebot hinzu, welches vermehrt genutzt wird, so kann man dies als ein starkes Verlangen der Tiere nach diesem Angebot beschreiben. Diese Nicht-Befriedigung wird im Modell durch einen

negativen Affinitätswert A ausgedrückt (Abbildung 76).

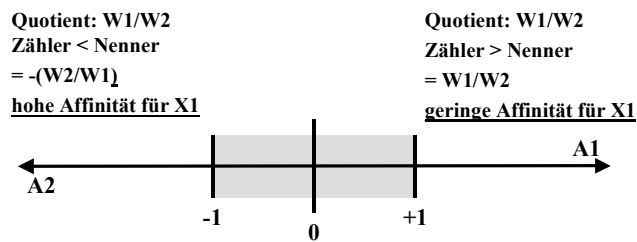


Abbildung 76: Werteskala der Affinität A

In einer anderen Konstellation ist ein Angebot nicht mehr erreichbar. Die Tiere erlassen es jedoch als attraktiv. Auch hier kann wiederum ein großes Verlangen/ Bedürfnis zugrunde gelegt werden. Die Tiere besuchen diesen Bereich mehrmals, ohne das zuvor nutzbare und nun abgetrennte Angebot erreichen zu können. Das Ergebnis ist auch hier ein negativer Affinitätswert A. Ein negativer Wert kennzeichnet somit ein Bedürfnis, Verlangen, Begehren mit einem negativen Befriedigungspotential. Ein positiver Affinitätswert bedeutet dagegen immer, dass die alte Angebotssituation vor dem Periodenwechsel der neuen Situation überlegen ist. Das Verlangen nach einem solchen Bereich ist als gering zu bewerten.

5.2.3.2 Die Affinität A am Beispiel ausgewählter Perioden im Versuch 2

Im Bereich B werden nach Ablauf der Periode 4 (SA+, WM+) in Periode 5 (SA+, WM-) keine Veränderungen vorgenommen. Der überwiegende Anteil der Werte ist im Bereich von -2 bis -1 und von +1 bis +2 zu finden (Abbildung 77).

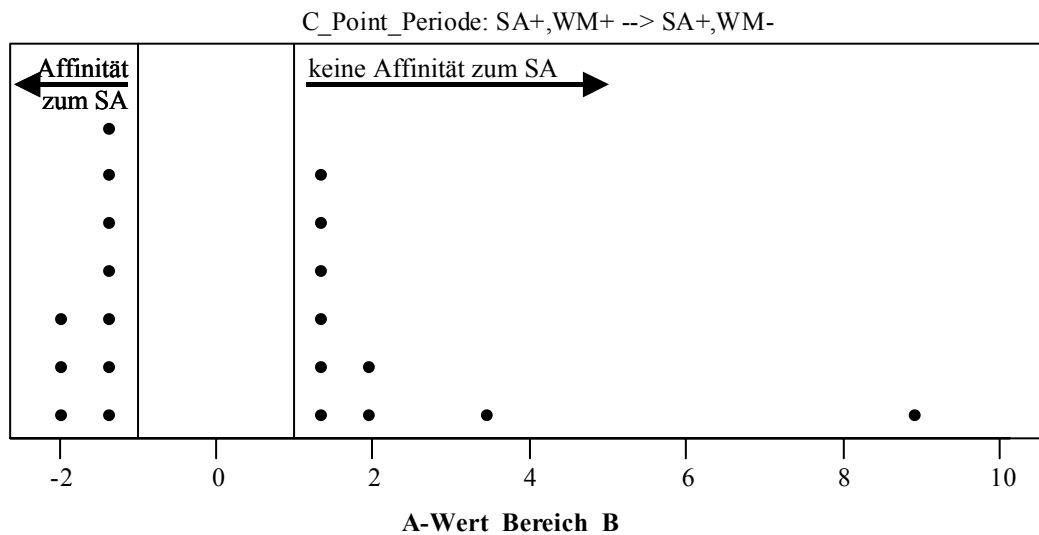


Abbildung 77: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 4 (SA+, WM+) zu Periode 5 (SA+, WM-) für den Bereich Strohautomat, Versuch 2

Zwei Werte (Tier 37, 43) liegen höher als +2 (Anhang 59). Der Mittelwert liegt folglich mit $A=0,44$ in dem neutral definierten Wertebereich von -1 bis +1 (Anhang 60). Das Niveau der Affinitätswerte ist als niedrig einzustufen. Das Verhältnis der Anzahl Affinitätswerte in den

zwei Wertebereichen beträgt 1:1,1. Insgesamt betrachtet besteht an dieser Stelle eine nicht einheitliche Affinität der verschiedenen Tiere zum Bereich B.

Anders verhält sich die Situation im gleichen Zeitraum im Bereich D. Tier 30 und 44 zeigen hier eine Affinität zum Bereich Wühlmatte (negative A-Werte) (Abbildung 78).

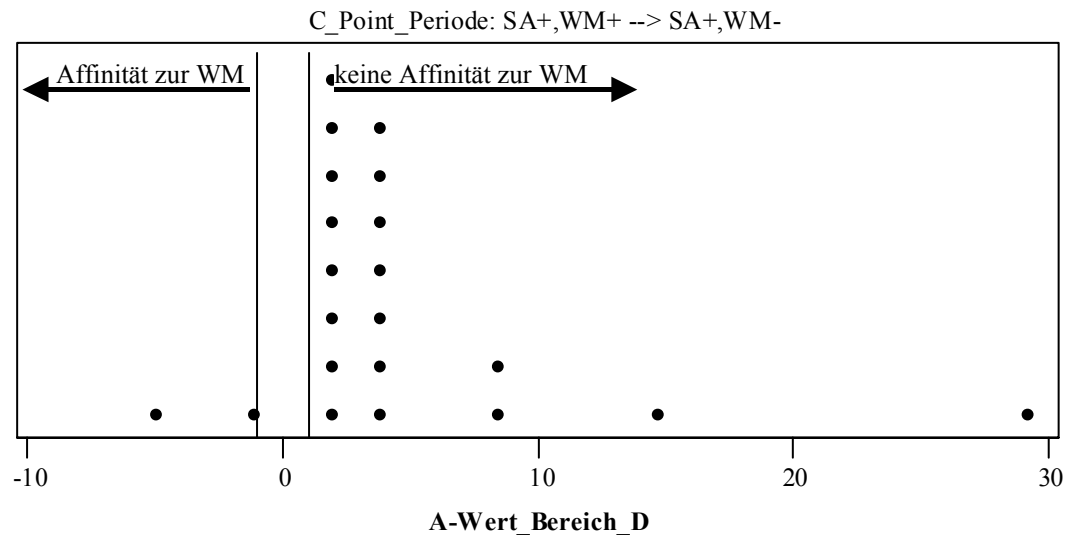


Abbildung 78: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 4 (SA+,WM+) zu Periode 5 (SA+,WM-) für den Bereich Wühlmatte, Versuch 2

Tier 44 zeigt gleichzeitig auch eine gesteigerte Affinität zum Bereich B. Alle anderen Tiere haben einen positiven Affinitätswert zu Bereich D. Das Verhältnis von positiven zu negativen A-Werten beträgt 1:9,5 mit einem Mittelwert von $A=4,52$ (Tabelle 27). Es besteht in dieser Periode ein signifikanter Unterschied zwischen den Affinitätswerten des Bereiches Wühlmatte zum Bereich Strohautomat ($p<0,01$) (Anhang 58). Aufgrund der geringen Anzahl und der geringen Höhe der negativen Werte als Ausdruck der Affinität besteht an dieser Stelle keine Affinität zum Bereich D.

Tabelle 27: Statistik der Affinitätswerte zu den Periodenwechseln von Perioden 4 (SA+,WM+) bis zu Periode 6 (SA-,WM+) bezüglich der zwei Angebote Strohautomat (B) und Wühlmatte (D)

C-Point Periode		Mittelwert	Minimum	Maximum	s
SA+,WM+ → SA+,WM-	A-Wert Bereich B	,44	-2,23	8,90	2,58
	A-Wert Bereich D	4,52	-5,00	29,11	6,79
SA+,WM- → SA-,WM+	A-Wert Bereich B	3,17	-1,29	10,24	2,49
	A-Wert Bereich D	-284,60	-4571,82	-4,85	989,01

Wenn zum kritischen Zeitpunkt des nächsten Periodenwechsels von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) die umgekehrte Angebotssituation auftritt, so ergibt sich folgende neue Darstellung der Affinität: Für den Bereich B weisen nur zwei Tiere eine Affinität auf; bei einem Affinitätswertminimum von $A=-1,29$ (Abbildung 79). Alle anderen Tiere haben einen Affinitätswert von $>+1$ und zeigen somit keine Affinität für den Bereich Strohautomat. Mit

einem Mittelwert von $A=3,17$ ist der Verlust des Strohautomaten als Beschäftigungsgegenstand für diese Tiere in dieser Situation kein empfindlicher Einschnitt in ihrer Haltungsumwelt.

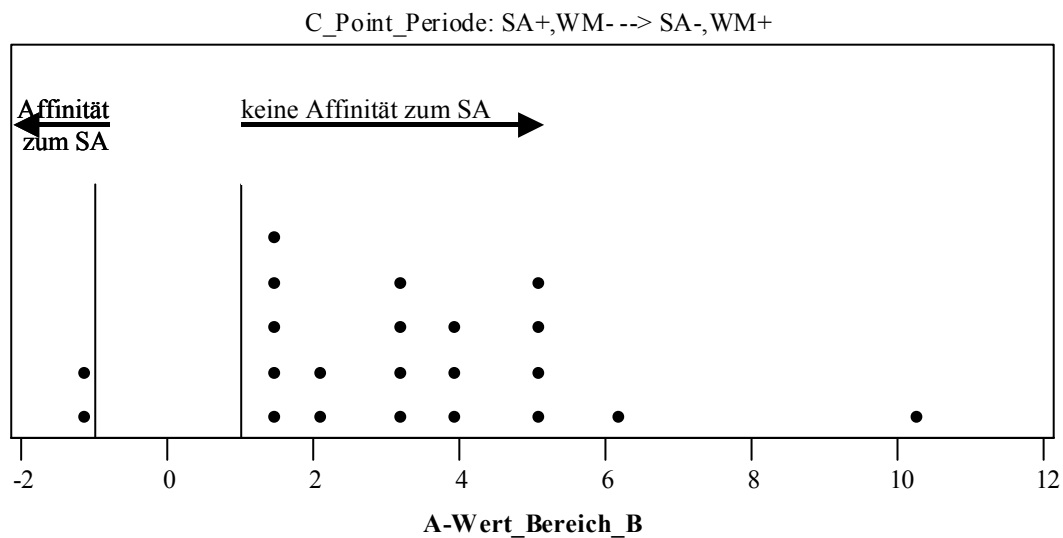


Abbildung 79: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) für den Bereich Strohautomat, Versuch 2

Gegenteilig verhält sich die Situation im Bereich der Wühlmatte während des kritischen Zeitraums (C-Point) Periode SA+,WM- zu Periode SA-,WM+. Hier befinden sich alle Werte auf einem Level von $<-4,58$ (Abbildung 80).

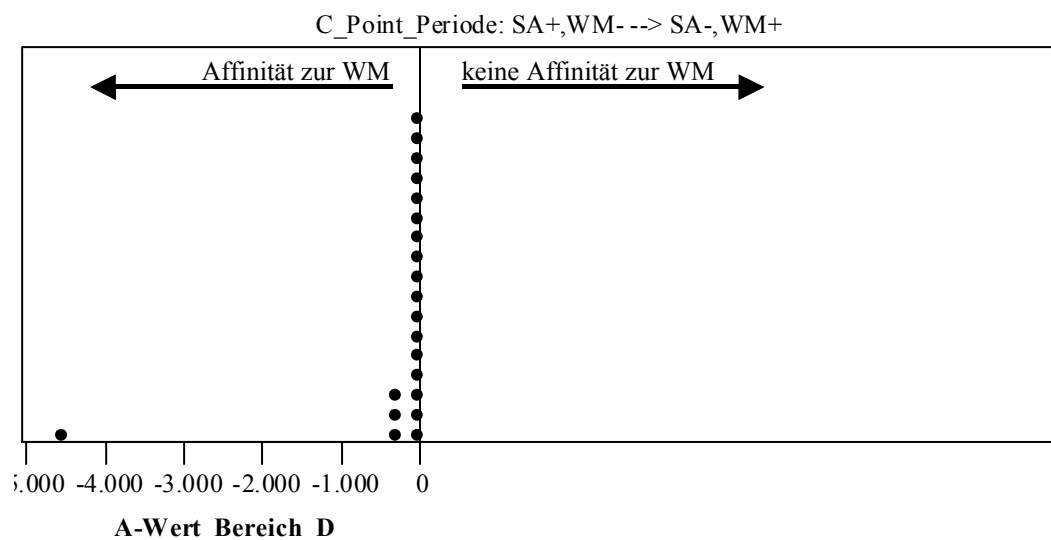


Abbildung 80: Verteilung der Affinitätswerte (A-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) für den Bereich D Wühlmatte, Versuch 2

Die Schweine können nun entgegen der Periode 5 (SA+WM-) wieder die Wühlmatte erreichen. Durch den Extremwert von $A=-4571$ (Tier 23) wird der Mittelwert auf $A=-284$ erniedrigt (Tabelle 27).

Dieser Wert entspricht nicht der wirklichen Dimension der Affinität zu diesem Bereich, da

fast 50% der Werte sich auf einem Affinitätsniveau von 10-30 befinden. Doch selbst ohne diesen Extremwert wird ein hoher Mittelwert von $A=-70,25$ bei einer Standardabweichung von 117,8 erreicht. Die beiden Bereiche unterscheiden sich in dieser Versuchsphase in ihren Affinitätswerten hoch signifikant (Anhang 60, Anhang 58).

5.2.4 Das Kompensationsmodell

5.2.4.1 Ein Modellansatz für den Kompensationswert K

Im letzten Schritt gilt es, der Überlegung nachzugehen, inwieweit ein erreichbares Angebot das Bedürfnis der Schweine zu einem anderen, aber nicht mehr nutzbaren Angebot kompensieren kann. Die **Kompensation K** ergibt sich aus dem Quotienten der Affinitätswerte zu zwei Bereichen im gleichen Zeitabschnitt (Abbildung 81). Damit werden der zeitliche Verlauf und die Affinität zu einem Angebot verbunden. Analog zu den zwei vorhergehenden Punkten Präferenz und Affinität ist der Wertebereich von -1 bis +1 bei der Kompensation für einzelne Kompensationswerte nicht definiert (Abbildung 82). Da auch negative Affinitätswerte im Quotienten möglich sind, fließt nur der Betrag der Affinitätswerte in die Formel ein. Dadurch wird eine Zuordnung möglich und der Grad der Kompensation lässt sich ermitteln. Der Grad der Kompensation ergibt sich aus dem Vergleich der Kompensation zwischen den verschiedenen Angeboten.

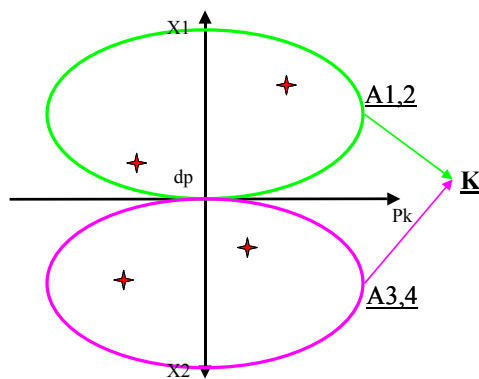


Abbildung 81: Berechnung der Kompensation K zwischen den Angeboten $X1$ und $X2$

Im Rahmen des Versuches sind nun zwei Varianten möglich: zum Einen kann ein Angebot $X1$ abgesperrt und damit den Tieren vorenthalten werden und zum Anderen wird das Angebot $X1$ den Tieren wieder zur Verfügung gestellt. Daraus resultieren zwei Konsequenzen:

- ist der Kompensationswert $K = < -1$, dann kompensiert das Angebot $X1$ nicht den Verlust von $X2$. Vielmehr deutet das darauf hin, dass das Angebot $X2$ das Angebot $X1$ bei dessen Verlust kompensieren kann.
- wenn der Kompensationswert $K = > 1$ beträgt, dann kompensiert das Angebot $X1$ den Verlust von $X2$ und kennzeichnet außerdem, dass das Angebot $X2$ vom Potential her das

Angebot X1 bei entsprechendem Verlust nicht kompensieren kann.

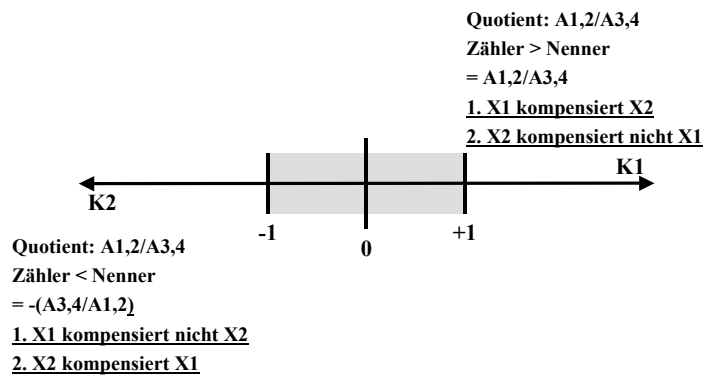


Abbildung 82: Werteskala der Kompensation K

Beispiel: Der Affinitätswert beträgt für das erste Angebot $A_{1,2} = 2$ und für das zweite Angebot $A_{3,4} = -4$. Aus dem Quotient des Betrages der beiden A-Werte ergibt sich ein Kompensationswert von $K = \frac{|2|}{|4|} = -\frac{|4|}{|2|} = -2$. Dieser Wert von -2 weist darauf hin, dass das Angebot X1 nicht in der Lage ist, das Angebot X2 zu kompensieren.

5.2.4.2 Kompensation K am Beispiel ausgewählter Perioden im Versuch 2

Für die zwei betrachteten Zeiträume der Angebotsveränderung ergeben sich aufgrund der eingeflossenen Affinitätsdaten für die zwei Beschäftigungsangebote Strohautomat (X1) und Wühlmatte (X2) folgende Konstellationen.

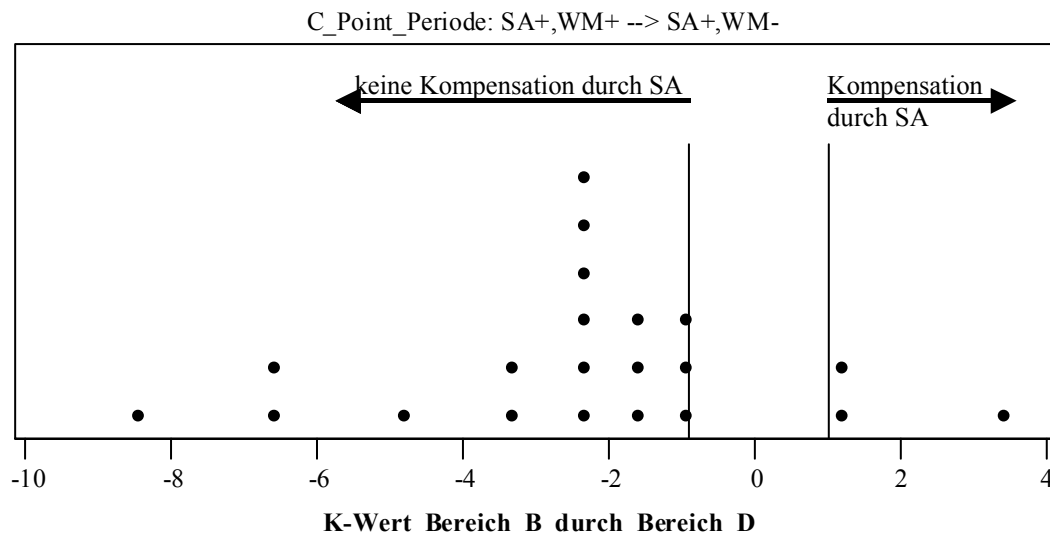


Abbildung 83: Verteilung der Kompensationswerte (K-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 4 (SA+, WM+) zu Periode 5 (SA+, WM-) wenn das Angebot Strohautomat ($>+1$) weiterhin und die Wühlmatte (<-1) nicht mehr verfügbar ist

Im ersten Zeitraum von Periode 4 (SA+, WM+) nach Periode 5 (SA+, WM-) haben nur drei Tiere (35, 43, 44) einen Kompensationswert von $K = >1$ (Abbildung 83, Anhang 61).

Alle anderen Schweine weisen einen negativen Kompensationswert auf. Der Strohautomat kann als Beschäftigungsangebot nicht die Wühlmatte ersetzen. Der Mittelwert von K beträgt -2,33 und unterstreicht damit die geringe kompensatorische Wirkung des Strohautomaten (Tabelle 28, Anhang 62). Gestützt wird die Aussage durch die geringe und nicht signifikante Korrelation des K-Wertes zum Affinitätswert des Bereiches B im Gegensatz zur hohen und signifikanten Korrelation des K-Wertes zum Affinitätswert des Bereiches D (Anhang 63).

Tabelle 28: Statistik der Kompensationswerte zu den Periodenwechseln von Perioden 4 (SA+,WM+) bis zu Periode 6 (SA-,WM+) bezüglich der Angebote Strohautomat (>+1) und Wühlmatte (<-1)

C-Point Periode		Mittelwert	Minimum	Maximum	s
SA+,WM+ → SA+,WM-	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-2,33	-8,47	3,39	2,71
SA+,WM- → SA-,WM+	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-102,84	-1380,71	-1,16	304,77

Im zweiten kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) ist die Kompensation eindeutig (Abbildung 84). Alle Schweine kompensieren den Wegfall des Strohautomaten durch die Nutzung des wieder erreichbaren Bereiches Wühlmatte. Die Korrelation zwischen den entsprechenden Affinitätswerten der Angebote und deren Kompensationswert ist dabei hoch signifikant auf mittlerem bis hohem Korrelationsniveau. Stark beeinflusst durch die drei Extremwerte von K= <-175 ergibt sich ein Mittelwert von K= -102,85. 62% der Kompensationswerte liegen jedoch auf einem Niveau von K= >-10.

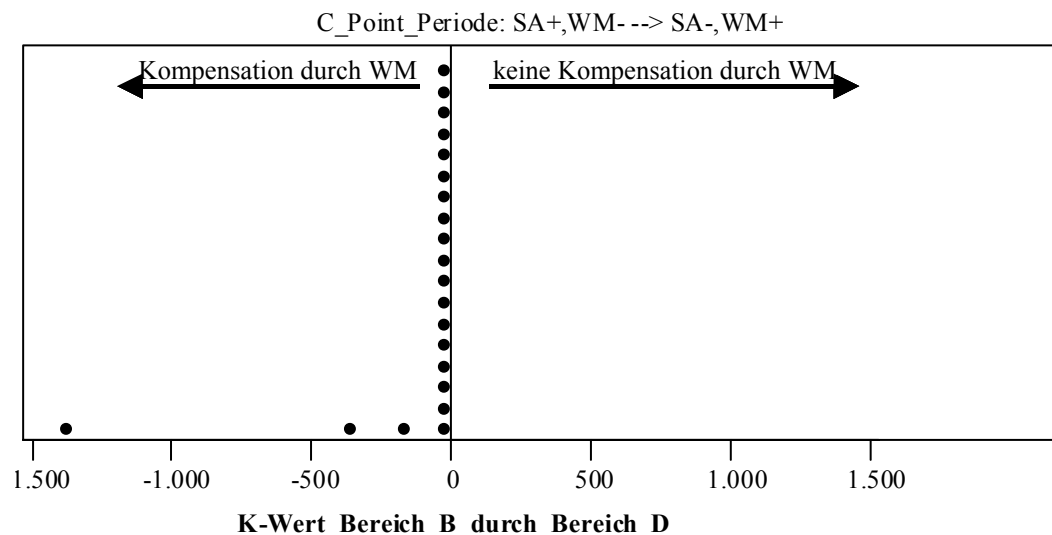


Abbildung 84: Verteilung der Kompensationswerte (K-Wert) im kritischen Zeitraum von Periode 5 (SA+,WM-) zu Periode 6 (SA-,WM+) wenn das Angebot Strohautomat (>+1) nicht mehr und die Wühlmatte (<-1) wieder verfügbar ist

6 Diskussion

6.1 Das sensorgestützt erfasste Tierverhalten von Schweinen

Die Diskussion zum sensorgestützt erfassten Tierverhalten bei Schweinen für die durchgeführten zwei Versuchsanstellungen gliedert sich in die Punkte Erkennungs- bzw. Aufenthaltsort, Aufenthaltsdauer und Zeitpunkt des Besuches. Mit der Erörterung der Funktionskreise Aktivitäts- und Erkundungsverhalten, Ruheverhalten und Nahrungsaufnahmeverhalten findet eine Konzentration auf solches Verhalten statt, welches durch das Sensorsystem erfasst, gestützt und diskutiert werden können. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf die Nutzung von Beschäftigungsmaterialien in der Schweinehaltung verwendet.

6.1.1 Aufenthaltsort

6.1.1.1 Nutzungshäufigkeit von Beschäftigungsangeboten

In der Literatur werden insgesamt nur relativ wenige Angaben zur Nutzungshäufigkeit von Beschäftigungsmaterialien durch Schweine getroffen. Wie unter Gliederungspunkt 2.3 „Das Tierverhalten und seine Erfassung“ angedeutet, werden diesbezügliche eindeutige Aussagen durch stark variierende Untersuchungsmethoden- und dauern erschwert. Ähnlich stellten auch STUDNITZ et al. (2006) fest, dass allein am Beispiel Stroh diverse Versuchsanstellungen und Erhebungsmethoden vorzufinden sind (Stroheigenschaft: Lang, Häcksel, Verabreichung: Automat, Boden). Als Folge daraus sind Ergebnisdarstellungen zur Nutzungsfrequenz von Beschäftigung 1. relativ zur Anzahl gemachter Beobachtungen, 2. relativ je Stunde oder 3. relativ je Tier in der gesamten Beobachtungsphase.

BARTUSSEK et al. (1999) gibt beispielsweise die Beschäftigung von 9 Tieren je Bucht mit Gegenständen in einem strohlosen System mit einer Häufigkeit von 2,44/h Lichttag an. Bei zunehmender Strohmenge im Tretmiststall auf 100g je Tier und Tag sinkt die Beschäftigungsfrequenz mit den Gegenständen auf 1,76/h. KRESS et al. (1999) verzeichnet von 9 Schweinen in deren Aktivitätsphase ca. 15 Kontakte in 30 Minuten mit dem Material Stroh in verschiedenen Raufen, während gleichzeitig nur ca. zwei Besuche an einer Kette stattfinden. Eine andere Untersuchung von JENSEN (2006) zeigt, dass die Auseinandersetzung bei 11 Schweinen je Bucht im Test von sechs Beschäftigungsmaterialien ein Niveau von 2,35-3,33/h erreicht. Die Beobachtungsdauer je Material beträgt 75 Minuten in der Zeit von 8-13 Uhr. BEA (2004) ermittelt dagegen eine durchschnittliche Häufigkeit der Erkundung an der Beschäftigungstechnik (Hohenheimer Futterautomat (STUBBE 2000)) im Abteil Vollspaltenboden von 0,86 Ereignissen pro Tier und Stunde (9 Tieren). Im

Kistenstallabteil (24 Tiere/Abteil) erkunden die Tiere die Beschäftigungstechnik durchschnittlich 0,49 Mal. Die 75 Minuten dauernden Beobachtungen werden morgens (7:45-10:00 Uhr) und nachmittags (13:45-16:30 Uhr) durchgeführt. ELKMANN (2007) dagegen trifft mit 9,7 Besuchen je Tier und Tag an den Beschäftigungsangeboten am Ende der Mast eine Aussage auf der Basis Einzeltier.

Wenn im ersten Versuch dieser Versuchsanstellung beide Beschäftigungsbereiche den 22 Tieren zur Verfügung standen, nutzten die Schweine den Sandbereich (Bereich D: 5-8x je Tier und Tag) mehr als doppelt so häufig je Tag als den Bereich Strohautomat (Bereich B: 2-3x je Tier und Tag). Diese höhere Präferenz bleibt über den ganzen Versuch signifikant. Es ist festzustellen, dass eine erhöhte Anzahl an Besuchen besonders in den Versuchsperioden auftritt, in denen die Schweine die Beschäftigungsbereiche B (Strohautomat) und D (Sand) nutzen können. Außerdem lässt sich eine Verringerung der Besuchsfrequenz an den Tränken mit dem möglichen Zugang zu den Beschäftigungsbereichen in Verbindung bringen.

Die im zweiten Versuch im Bereich D angebotene neuartige Wühlmatte wird von der Gruppe je Tag nur mit einem Unterschied von im Mittel zwei Besuchen gegenüber dem Strohautomaten präferiert. Während der Bereich B 3-5 Mal je Tier und Tag aufgesucht wird, wird der Bereich D mit einer Nutzungsfrequenz von 3-6 Mal je Tier und Tag visitiert. Die Wühlmatte weist dabei in der Besuchsfrequenz eine geringere Standardabweichung auf; der signifikante Unterschied zwischen diesen beiden Angeboten ist gering. Wie an dieser Stelle zu erkennen ist, sind die Nutzungsfrequenzen dieser Versuchsreihe schwer in einen allgemeinen Zusammenhang zu stellen. Eine Versuchsanstellung mit fortlaufender präziser Verhaltensfassung und einer Unterteilung der Versuchsphase in Perioden verkörpert einen völlig neuen Ansatz (BÖRGERMANN et al. 2007 b).

Die Nutzungsfrequenz von Stroh steigt mit der angebotenen Menge (BARTUSSEK 2001, MÜLLER 1985, STUDNITZ et al. 2006). Allerdings sinkt mit steigender Strohmenge (50g und 100g/ Tier und Tag) nicht analog die Beschäftigung mit Artgenossen und Gegenständen (BARTUSSEK et al. 1999). ZALUDIK (1997) stellt zwischen 50g und 100g Stroh je Tier und Tag keinen Unterschied im strohgerichteten Verhalten fest. Auch BRUCE (1990) bezeichnet eine in Strohraufen angebotene Strohmenge von 50-100g je Tier und Tag als ausreichend für Beschäftigung und Einstreu. Strohmenngen von 5-77g Tier und Tag je nach Strohautomatentyp sind realistisch (KRESS et al. 1999). Da die Tiere in diesem Versuch bei freiem Zugang keine Einschränkung in der Menge erfahren, kann davon ausgegangen werden, dass auch bei einem Verbrauch von < 50g Tier und Tag keine technischen Gründe zu der geringeren Präferenzausbildung bzgl. des Strohautomaten geführt haben.

Die großen Unterschiede in der Besuchsfrequenz zwischen den Tagen lassen einen Einfluss externer Faktoren wie Temperatur/ Klima, Verschmutzung oder anthropogene Faktoren vermuten. Bei jungen Tieren zeigt sich dies dadurch, dass der Tagesrhythmus hier aufgrund kühler Temperaturen am Morgen noch nicht sehr ausgeprägt ist und Aktivität erst verspätet einsetzt. Weiterhin scheint der Bereich Sandauslauf (D) besonders im ersten Versuch im Monat Juli/ August (hohe Umgebungstemperaturen) für die Nachtstunden auch die Funktion des Ruhebereiches C zu übernehmen. Dies kann man an der höheren Besuchsfrequenz in den Abend- und Nachtstunden erkennen. Eine Änderung kann erst dann wieder registriert werden, wenn die Nachttemperaturen wie in Periode 9 ab dem neunten Tag sinken. Des Weiteren geht ein Anstieg der Besuchshäufigkeit in einem Beschäftigungsbereich meist nicht mit einem Rückgang der Besuche in dem anderen Beschäftigungsbereich einher. Es kommt also nicht zu einer induzierten Präferenzänderung bzw. Kompensation, sondern ein Bereich wird kurzfristig mehr frequentiert.

Zu den externen Faktoren sind im Rahmen der Versuche umfangreich Daten erhoben und auch Direktbeobachtungen durchgeführt worden, die jedoch in diesem Zusammenhang aufgrund des Umfanges nicht weiter erläutert werden. Weitere differenzierte Aussagen werden dadurch möglich, dass trotz der großen Unterschiede zwischen den einzelnen Tagen und Tieren die Daten kontinuierlich und für jedes Angebot im gleichen Zeitraum erhoben werden. Es ergibt sich ein sehr umfangreicher und fein strukturierter Datenpool, der auch feine Unterschiede statistisch absichern kann.

Die Einteilung des Versuches in Perioden mit unterschiedlich gestaltetem Angebot ist besonders interessant, weil eine Entwicklung der Nutzungsweise besonders an zwei Aspekten deutlich wird. Erstens zeigt sich, dass die Besuchsfrequenz in den zwei Beschäftigungsbereichen ursächlich mit dem dort angebotenen Gegenständen/ Materialien zusammenhängt. Dies ist insofern wichtig, da eine Grundannahme des Versuches ist, dass die Schweine das Angebot ihrer Haltungsumwelt erlernen und dadurch ihren Aufenthaltsort verhältnismäßig gezielt aufsuchen. Die Beschäftigungsbereiche scheinen jedoch ausreichend strukturiert zu sein, da die Nutzungsfrequenz und –dauer signifikant abhängig ist von der Zugänglichkeit des Angebotes. Die Schweine nutzen die Bereiche demnach in der ihnen zugewiesenen Funktion. Einzig im Bereich Sandauslauf (D) im ersten Versuch ist es möglich, dass bei hohen Außentemperaturen die Schweine diesen Bereich auch zur Thermoregulation mittels kühler aufgewühlter Sandoberfläche bzw. Suhle genutzt haben (HORSTMAYER 1990, SAMBRAUS 1981, VON ZERBONI et al. 1984).

Zweitens geben die Perioden Aufschluss über den Lern- und Adaptationsprozess an das

veränderte Angebot. BUCHENAUER (1998) verweist z.B. darauf, dass Untersuchungen höherer Lernleistungen oder Lernen durch Einsicht ähnlich bei Ratten und Affen bei Nutztieren noch ausstehen. Mit den hier durchgeführten Untersuchungen können somit weitere Grundelemente beige-steuert werden. Wenn die Schweine zu Beginn des Versuches feststellen, dass sie die Beschäftigungsbereiche betreten können, so geschieht dies durch „Versuch und Irrtum“ („trial and error“) (TEMBROCK 1967). In der Folge kommt es zu einer Konditionierung hinsichtlich der Beschäftigungsbereiche. Der Verlauf kann zur Veranschaulichung als eine vierphasige Präferenzkurve beschrieben werden: einer ersten Kennenlernphase der Beschäftigung folgt eine zweite Phase mit maximalem Präferenzzuwachs (Abbildung 85).

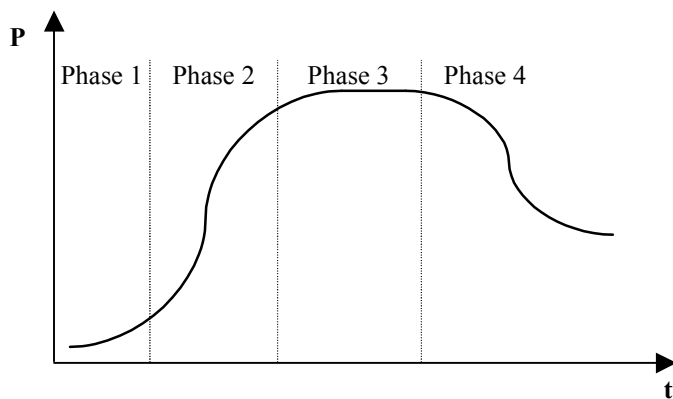


Abbildung 85: Phasen der Präferenzentwicklung

Nach Erreichen der dritten Phase mit schwächer zunehmender Präferenzbefriedigung und Plateaubildung kann es je nach Komplexität und Präferenz des jeweiligen Beschäftigungsangebotes in Phase vier zu einem Rückgang der Präferenz kommen. Neben der Neuheit eines Reizes ist auch seine Komplexität entscheidend für die Ausbildung der Präferenz (TUYTTENS 2005, VAN PUTTEN 1978).

Durch das Absperren oder die Freigabe der Beschäftigung zwischen den verschiedenen Perioden kommt es aus ethologischer Sichtweise zur „bedingten Hemmung“ und/ oder „bedingten Aktion“. D.h., dass für die Schweine auf ein Verhaltenselement eine negative und/ oder positive Erfahrung folgt (EIBL-EIBESFELDT 1999, HASSENSTEIN 1980, LORENZ 1984). Dass die Schweine in ihrer Entscheidung sicher werden, zeichnet sich nach dem 4.-5. Tag nach Beginn der neuen Periode ab. In einer ähnlichen Größenordnung stellen auch MANTEUFFEL et al. (2005) fest, dass die Schweine in weniger als sieben Tagen in der Lage sind, zu 80% auf einen Ton für jedes Tier als Fresssignal am Futterautomaten zu reagieren. RASMUSSEN et al. (2005) finden zudem in ihren Lerntests mittels operanter Konditionierung heraus, dass leichte Tiere insgesamt schneller lernen bzw. die Schweine

rangabhängige Verhaltensstrategien entwickeln. Schwere und damit oft auch ranghohe Tiere entwickeln Routinen und werden dadurch unflexibel. Ein Drittel weist fast keinen Lerneffekt auf. Ob dieser Sachverhalt sich im Zusammenhang mit den Beschäftigungsmaterialien auch so manifestiert, ist aus den bisher analysierten Daten nicht ersichtlich.

Jedoch scheinen sich die Ergebnisse von GIFFORD et al. (2006) zu bestätigen, dass ein Angebot von 10 Minuten bzw. ein einzelner Besuch in den Beschäftigungsbereichen nicht ausreicht, um eine umfassende Präferenz bzw. Aversion auszubilden. Denn es hat in beiden Versuchen mehrere Tage gedauert, selbst unter Berücksichtigung des nachlassenden Neuigkeitswertes der neuen Umweltsituation mit Beginn der nächsten Periode, bis die Schweine ihr Verhalten an die neue Situation anpassten. Dagegen fällt auf, dass die Aufenthaltsdauer in den Beschäftigungsbereichen mit Beginn der neuen Periode unverzüglich an die Angebotssituation angepasst wird. Die Frequenz gleicht sich langsamer an als die Aufenthaltsdauer. In praktischen Haltungssystemen empfiehlt sich demzufolge, die Erneuerungsintervalle für Beschäftigungsgegenstände an die tägliche Tierbeobachtung zu koppeln (nach BARTUSSEK 2001). Eine prinzipielle Variation nach zwei Tagen weist dagegen nur einen geringen Zusatznutzen auf (GIFFORD et al. 2006).

Die täglichen Schwankungen der Nutzungsstruktur sind ausgeprägt. Auch nach einer längeren Phase kann ein Angebot für die Schweine wieder interessant werden. Das Verhalten der Hausschweine ist schließlich durch die Domestikation nur wenig verändert worden (STOLBA 1984, WECHSLER et al. 1991). Das Erkundungsverhalten wird daher auch unter sehr reizarmen Bedingungen ausgeführt. Je strukturärmer die Haltung ist, desto höher fällt dann die Auseinandersetzung mit einem einfachen Gegenstand (z.B. Reifen) aus (BEA 2004, STOLBA et al. 1981). BRACKE et al. (2006) formulieren schließlich, dass Schweine mehr Bedürfnisse ausleben wollen als Fressen und thermoneutrales Ruhen. Besonders deutlich wird dies, wenn ein Beschäftigungsangebot zunächst abgesperrt gewesen ist, eine Nutzung aber anschließend wieder möglich war. Trotz des bedingten Neuigkeitswertes frequentieren die Schweine die Beschäftigung häufig und intensiv. Ähnliches stellen STUDNITZ et al. (2002) in ihren Studien an Sauen fest. Nach vorheriger Gewöhnung blieben die Sauen länger als 24h ohne Wühlmöglichkeit. In den folgenden 24h, in denen sie wieder haben wühlen können, verbringen sie mit dieser Beschäftigung mehr Zeit als zuvor. Für die praktische Schweinehaltung hieße das, die Beschäftigungsgegenstände den Schweinen nur in Intervallen zugänglich zu machen. Somit bliebe ein Neuigkeitswert erhalten und das Beschäftigungsmanagement, wie BARTUSSEK (2001) und GIFFORD et al. (2006) es empfehlen, würde stark vereinfacht. DUDINK et al. (2006) stellen fest, dass der Effekt einer

erwarteten Beschäftigung für die Schweine wichtiger war als die Beschäftigung allein. Dies kann Stress reduzieren. ANONYM (2007) und HILL et al. (1998) verweisen letztlich darauf, dass durch den Einsatz von Beschäftigung und damit Bewegung die biologischen Leistungen (tägliche Zunahmen, Futterverwertung, Fleischqualität) verbessert werden. Inwieweit allerdings der Einsatz der Wühlmatte als Beschäftigungsalternative oder auch Sand und Stroh in der Lage sind, Stress abzubauen und simultan die biologischen Leistungen zu verbessern, lässt sich an dieser Stelle nicht abschätzen.

In beiden Versuchsdurchgängen besteht die Gruppe zu Beginn des Versuches aus 22 Tieren. Im Rahmen dieser Größenordnung sind Schweine in der Lage, individuelle Unterschiede zwischen den Gruppenmitgliedern zu erkennen (DURRELL et al. 2004, HÖRNING 1993, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI et al. 1984). Innerhalb einer solchen Gruppe besteht ein Netz von sozialen Beziehungen. Zwischen verwandten Tieren sind diese Bindungen besonders eng (WECHSLER 1997). Dies zeigt sich in beiden Versuchen dieser Untersuchung. Tiere mit einem engen Verwandtschaftsgrad zeigen tendenziell eine geringere Distanz im Cluster als zu den Schweinen der anderen Würfe. Jedoch beeinflussen auch andere Faktoren wie Rangordnungskämpfe und Dominanzbeziehungen dieses soziale Netz zwischen den Gruppenmitgliedern. Die Bildung von kleinen Gemeinschaften innerhalb der Gruppe unter dem Aspekt von Rangordnung oder Geschlecht könnte letztlich dafür verantwortlich sein, dass Tiere in ihrer Verhaltensstruktur (Besuchsfrequenz, Aufenthaltsdauer) relativ ähnlich sind, obwohl sie aus verschiedenen Würfen kommen. Eine präzise Analyse dieser Fragestellung steht jedoch noch aus.

In dieser Untersuchung ist keine Überforderung des Sozialverhaltens durch steigende Aggression und eine erhöhte Anzahl an Angriffen und Verletzungen, wie in anderen Untersuchungen beschrieben, verzeichnet worden (MÜLLER 1985; WOLFGANG 2003). Das Problem Schwanzbeißen/ Kannibalismus ist in beiden Versuchen in keiner Form aufgetreten. Das kann allerdings auch darauf zurückgeführt werden, dass den Schweinen relativ viel Platz zur Verfügung stand und durch den strukturierten Versuchsbereich und die zwischen den Aufenthaltsbereichen angebrachten Sichtblenden sich unterlegene Schweine einer dauerhaften Rangauseinandersetzung entziehen konnten.

6.1.1.2 Häufigkeit der Nahrungsaufnahme

Dass die Nahrungsaufnahme ein zentrales Element im Tagesablauf der Schweine ist, zeigt der hohe und relativ konstante Anteil täglicher Besuche an den zwei Futterautomaten. Die Schweine haben durchgängig ad-libitum pelletiertes Trockenfutter an zwei Futterautomaten

erhalten. Auch wenn durch die 2-phasige Mast mit den zwei verschiedenen Futterarten der Nährstoffbedarf gedeckt wird, bedeutet dies eine Einschränkung der natürlichen Bedürfnisse. Dies betrifft sowohl das natürliche Nahrungsspektrum von Omnivoren als auch, dass die Schweine nicht in der Gruppe fressen können (ANDREE 2000, MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991, SCHEIBE 1987, STOLBA 1984). Allerdings ist bei einem Tier-Fressplatzverhältnis von 1:12 und ad-libitum-Fütterung von keiner Wachstumsbeeinträchtigung auszugehen (GONYOU et al. 2000).

Die tägliche aufgenommene Menge Futter beträgt bei Schweinen je nach Lebendgewicht 2-5 kg (ANDREE 2000, HÖRNING 1993, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984, WECHSLER 1997). Jüngere Schweine in den beiden Versuchen nahmen zu Beginn auch deutlich weniger als 2 kg Futter auf. Am Ende der Mast wurden auch maximale Aufnahmen je Futterautomat und Tier und Tag von fast 5 kg erreicht. Im ersten Versuch bilden die Schweine aus 2,67 kg Futter 1 kg Lebendmassezuwachs, während im zweiten Versuch dafür 2,78 kg Futter notwendig gewesen sind. Mit dieser Futterverwertung und Tageszunahmen von 925 g (Versuch 1) bzw. 853 g (Versuch 2) liegt das Leistungsniveau in den Versuchen selbst über den oberen 25% der Erzeugerringauswertungen (TZ: 732g, FVW: 2,91) (Anhang 64) (VIT 2007).

Der Anspruch der Wasserversorgung liegt in der Bedarfsdeckung zu allen Lebensabschnitten und Jahreszeiten. Daher sollte Wasser guter Qualität jederzeit in einem Tier-Trinkplatzverhältnis von 12:1 bei einer Minstdurchflussmenge von 0,7l/Minute zur Verfügung stehen (HÖRNING 1993, JUNGBLUTH et al. 2005, LI et al. 2005). Die von den Schweinen aufgenommene Menge Wasser kann durch verschiedene Faktoren bedingt unterschiedlich hoch sein. Verschiedene Autoren schlagen dafür unterschiedliche Faustzahlen (3-10l je Tier, je 10kg LG = 1kg Wasser ab der 4. LW, 80 ml/kg LG) vor, die Aussagedifferenzen sind jedoch gering (JUNGBLUTH et al. 2005, KIRCHGESSNER 1997, LI et al. 2005, SAMBRAUS 1991).

Die Wasseraufnahme erfolgt im Mittel 5-20 Mal am Tag, besonders nach der Aufnahme von Trockenfutter (SAMRAUS 1991, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989). Häufig ist sogar ein unmittelbarer Wechsel zwischen Tränke und Futter festzustellen (GONYOU 1998, VAN PUTTEN 1978). Ein solcher Zusammenhang kann auch für die Daten der zwei durchgeführten Untersuchungen angenommen werden, da die Verläufe der Tränken sehr ähnlich sind. Ebenso können die Schwankungen wie bei den Futterautomaten zwischen einzelnen Tagen beträchtlich sein, eine Präferenz für eine Tränke bildet sich aber auch hier heraus. Die Unterschiede können durch Temperaturschwankungen und damit einem erhöhten

Wasserbedarf erklärt werden. Ein genaues Ergebnis zur Besuchsfolge kann eine Sequenzanalyse erbringen.

6.1.1.3 Nutzungsfrequenz des Ruhebereiches

Wichtiger als eine weiche Unterlage ist den Schweinen zum Ruhen ein geschützter, trockener Ort (VON ZERBONI et al. 1984). Der Temperaturkomfort geht vor Liegekomfort; erst bei Temperaturen unter dem optimalen Temperaturbereichen werden eingestreute Flächen verstärkt aufgesucht (FESKE et al. 2004, HOY et al. 2002, MEYER 2005, RUDOVSKY et al. 2002). Die Hütten in der Versuchsanstellung erfüllen diese Ansprüche an ein geschütztes und trockenes Liegen. Sinkt nachts die Umgebungstemperatur, so erhöht sich das Temperaturniveau in der Hütte durch den vermehrten Aufenthalt der Schweine auf ein optimales Temperaturniveau.

In der Besuchshäufigkeit befindet sich der Bereich Ruhen auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie die Beschäftigungsbereiche. Ein ausgeprägter Tagesrhythmus ist dabei nicht zu erkennen. Am Tag ist die Besuchsfrequenz relativ konstant bei 5-6 Besuchen je Stunde.

6.1.2 Aufenthaltsdauer

6.1.2.1 Nutzungsdauer von Beschäftigung

Im Gegensatz zur Nutzungshäufigkeit werden in der Literatur zur Nutzungsdauer von Beschäftigungsgegenständen umfangreichere und z.T. auch detaillierte Aussagen getroffen. Das Problem einer uneinheitlichen Erfassung und Ergebnisdarstellung des Tierverhaltens ist aber auch hier gegeben. So werden teilweise summierte Nutzungsdauern eines Beschäftigungsgegenstandes durch die Tiere ausgewertet oder aber die Tiere und die Beschäftigungszeiten stehen im Mittelpunkt. Die Anzahl der Schweine je Bucht, die einen Gegenstand nutzen können, variiert jedoch. Verschiedene zeitliche Bemessungsgrundlagen (Beobachtungszeit, Lichttag oder Tag (24 Stunden)) erschweren eine vergleichende Betrachtung.

Die Häufigkeit und besonders die Dauer der Nutzung der angebotenen Spielgeräte nimmt aufgrund des hohen Anteils Liegen in den Haltungsformen am Gesamttag letztlich nur wenig Zeit in Anspruch. So zeichnet sich ab, dass in den heutigen Haltungssystemen die Schweine unabhängig vom Beschäftigungsangebot nur 15-30% der Zeit überhaupt aktiv sind. (BRUCE 1990, COSTA et al. 2007, HARTUNG et al. 2005, MEYER 2007 a, WEBER 2003).

Laut MEYER (2007 a) wird von diesem ohnehin geringen Aktivitätsanteil (15%) der überwiegende Anteil mit der Nahrungsaufnahme verbracht und nur ein Zehntel der Zeit (ca. 21 Minuten am 24h-Tag) in der Auseinandersetzung mit Spielgeräten. Die Spielgeräte in der

dortigen Untersuchung bestanden aus aufgewerteten/ innovativen Kettensystemen (Kettenwippe, Kettenkreuz), die in Tabelle 29 eine überdurchschnittliche Einordnung bei den nicht-natürlichen Materialien einnehmen. ELKMANN et al. (2003b) konnten für das Kettenkreuz eine Nutzungsdauer durch 9 Tiere von 9,1% in 24 Stunden ermitteln. Bereits für die Angebote Pendelbalken (4,0 %), Hehebalken (3,6 %) und Schiebestange (2,9%) sinkt die Nutzungsdauer auf unter 4% je 24 Stunden. Der angebotene Kanister ist schließlich innerhalb eines Tagesablaufs nur 10 Minuten bespielt (0,7 %) worden. Dies kann aber auch darauf zurückzuführen sein, dass er für die Schweine zu groß gewesen ist, um ihn ins Maul nehmen zu können.

Relativ lange Beschäftigungszeiten (12 Tiere je Bucht) sind auch in dem ohne Wiederholung über 12 Stunden (7-19 Uhr) durchgeführten Versuch von APPLE et al. (1992) festgestellt worden. Dabei sticht besonders die Nutzungsdauer des *Dog toy* mit über 30% hervor. Auch das Knoten-Seil (11,8%), das Schlauchstück (8,9%) oder die Kette (6,9%) erreichen vergleichsweise hohe Werte. Dies kann z.T. durch den hohen Neuigkeitswert und einen relativen kurzen Beobachtungszeitraum bedingt sein. Denn auch HEIZMANN (1988) verzeichnete an abgehängten, unveränderbaren Gegenständen am Tag 1 13-19% und am Tag 5 nur noch 0,5-1,5% Beschäftigungsdauer.

Im Vergleich zu den ausgeführten Resultaten anderer Untersuchungen zeigt sich, dass die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zur Nutzungsdauer der Beschäftigungsmöglichkeiten Sand, Wühlmatte und Stroh in eine ähnliche Richtung weisen. So nutzen die Schweine den Strohautomaten im ersten Versuch nur maximal 6,5% je Tag. Wenn der Sandauslauf wieder zugänglich ist, nutzen die Schweine ihn bis zu 38% am Tag und den Strohautomaten nur weniger als 2%. Dies lässt sich, wie bereits bei der Betrachtung der Nutzungsfrequenz erörtert, wahrscheinlich auf hohe Außentemperaturen in den Sommermonaten zurückführen. Auch im zweiten Versuch sind ähnliche Nutzungsdauern studiert worden. Der Strohautomat erreicht hier mit maximal 5,5% je Tag bei entsprechender Verfügbarkeit höhere Werte als im ersten Versuch. Die Schweine nutzen die Wühlmatte im Mittel länger (maximal 7,8% je Tag).

Letztlich kann daraus gefolgert werden, dass selbst in einer strukturierten Umwelt die Schweine sich nur maximal 14% bzw. 3,4 Stunden des Tages potentiell mit Beschäftigung auseinandersetzen. Zu berücksichtigen ist, dass im ersten Versuch die zeitlich effektive Nutzung der Beschäftigung Sandauslauf unscharf ist. Denn der Sandauslauf wird teilweise nicht nur als Beschäftigung, sondern auch für Elemente des Komfortverhaltens genutzt. Die Summe der Aufenthaltsdauer in den Beschäftigungsbereichen ist als potentielle

Beschäftigungszeit zu bewerten. Mit der eingesetzten Sensortechnik ist eine Aussage zur Dauer des Besuches an der eigentlichen Beschäftigung durch das Einzeltier selbst nicht möglich. Die Zeit, die sich die Tiere in den Bereichen aufhalten - ohne die Angebote zu nutzen - ist im Mittel mit 0,5-2,7% des Tages zu bewerten. Dass die Dauer der Besuche in direkter Abhängigkeit zum erreichbaren/ nicht erreichbaren Angebot zu sehen sind, zeigt sich durch die Unterschiede zwischen den Perioden. Wenn ein Angebot zugänglich ist, steigt die Aufenthaltsdauer in diesem Bereich.

Im Vergleich von Beschäftigungsgegenständen mit dem natürlichen Material Stroh zeigt sich, dass die Mastschweine sich in einer eingestreuten Zweiflächenbucht täglich 1,8 Stunden mit Stroh, aber nur 0,23 Stunden mit Gegenständen beschäftigten. Steht den Schweinen kein Stroh zur Verfügung, so werden Gegenstände 1,1 Stunden lang genutzt (GURTNER 1990). Auch BRITTON et al. (1993) stellen fest, dass Schweine sich nur 0,1% ihrer Zeit mit einer Kette beschäftigen, aber immerhin über 5% der Beobachtungszeit mit Stroheinstreu. BRUCE (1990) schließt aus den Beobachtungen von in eingestreuten Schrägbodenbuchten gehaltenen Mastschweinen, dass sich die Tiere 8,2 % der Gesamtzeit aktiv mit Stroh beschäftigen und zudem häufig während des Liegens strohkauend zu beobachten sind. Eine ähnliche Größenordnung (8,8%) stellt auch WEBER (2003) bei Einstreu fest. Die Beschäftigungszeit mit Stroh kann in eingestreuten Systemen (200g/Tier und Tag) sogar bis zu 3,6 Stunden je Tag einnehmen (BARTUSSEK 1988). Zudem ist das Erkundungsverhalten „Wühlen“ im Strohsystem häufiger zu beobachten (PFLANZ et al. 2005). Andererseits stellten BARTUSSEK et al. (1999) fest, dass die Schweine selbst bei 100g Stroh je Tier und Tag (1,9h je 12 Stunden Lichttag) sich länger mit Gegenständen (2,8h) beschäftigen.

Dennoch scheint es schwierig, praxistaugliche Beschäftigungsangebote zu finden, die Schweine für dieselbe Zeitdauer "unterhalten" und die entsprechenden natürlichen Reize vermitteln, wie es bei Stroh beobachtet worden ist (MEEHAN et al. 2007, TYUTTENS 2005). Umso erstaunlicher ist die signifikant längere Aufenthaltsdauer des Bereiches D Wühlmatte im Vergleich zum Bereich B Strohautomaten. Auch WEBER (2003) vertritt die Auffassung, dass Wühlen ein wichtiges Verhalten für Schweine ist. Für gewöhnlich ist Wühlen aber nur in Streu möglich und kann nicht durch Objekte kompensiert werden.

Auf die Frage, ob die Strohmenge einen Einfluss auf die Beschäftigungszeit hat, liegen unterschiedliche Erkenntnisse vor. Während bei ZALUDIK (1997) zwischen 50g und 100g Stroh/ Tier/ Tag keinen Unterschied im strohgerichteten Verhalten (1,53h je 12h-Lichttag) festgestellt werden konnte, stellen BARTUSSEK et al. (1999) bei 100g mit 1,93h/ 12 Stunden Lichttag eine um 0,43 Stunden verlängerte Beschäftigungsdauer gegenüber 50g Stroh/ Tier/

Tag fest. WEBER (2003) konstatiert dagegen eine Beschäftigungsdauer von lediglich 2% der Beobachtungszeit für die Objekte Kette, Nagebalken und Strohraufe. Bei weniger als 53-76g Einstreu je Tier und Tag verzeichnete sie ein gesteigertes Interesse an Objekten. Da es sich in dieser Untersuchung jedoch nicht um Stroh als Einstreu, sondern in der Darreichungsform Strohautomat handelt, lässt sich dieser Sachverhalt nicht direkt übertragen. Weiterhin setzte das Aufsuchen der Bereiche einen Entscheidungsprozess für das stärker präferierte Beschäftigungsobjekt voraus.

Ein vermindertes Angebot an Beschäftigung scheinen die Schweine in beiden Versuchsdurchgängen in einer gesteigerten Nutzung der Futterautomaten und Tränken zu kompensieren. Die längste Zeit zur Nahrungsaufnahme wird erreicht, wenn die Schweine in Periode 2 des ersten Versuches und in Periode 6 des zweiten Versuches keine Möglichkeit zur Aufnahme von Stroh haben. Dies unterstreicht letztlich auch die diätetische Wirkung und Funktion von Stroh als Sättigungsmaterial (VAN PUTTEN 1978). Die lange Nutzungsdauer im ersten Versuch lässt sich z.T. noch durch die geringe Futteraufnahmegegeschwindigkeit der noch jungen Schweine erklären. Fressen wird aber gerade auch im Zustand der Disharmonie als „Kompensation“ oder „Wegessen“ vorgenommen (VAN PUTTEN 1978). Dagegen befinden sich die Tiere im zweiten Versuch zu dieser Zeit in einer wachstumsintensiven Phase mit ausgeprägtem Futteraufnahmevermögen. Wahrscheinlich ist, dass die Tiere ihren Spieltrieb in dieser Periode mit den beweglichen Teilen der Futterautomaten befriedigen und somit die Futteraufnahmezeit anheben (ROTH et al. 2002). Neben dem Frustabbau durch Fressen kommt es besonders an den Tränkestellen zu einer deutlichen Steigerung der Nutzung, was teils durch ein gesteigertes Spielverhalten mit dem Wasser erklärt werden kann. Dies heißt, dass die Zeit für Wasser- und Futteraufnahme sinkt, wenn Beschäftigungsgegenstände zur Verfügung stehen.

Auf der Basis der Ergebnisse des zweiten Versuches mit den Parametern Zeit zur Nahrungsaufnahme und potentiellen Beschäftigungszeit in den Bereichen B und D ist folgende hypothetische Überlegung zu treffen: Bei einer im Versuchsverlauf maximalen mittleren potentiellen Beschäftigungszeit von 13,4% und einer maximalen mittleren Nahrungsaufnahmezeit von 5,8% ergibt sich in diesen Punkten ein täglicher Aktivitätsanteil der Schweine von 4:36 h. Für den Sandbereich ließe sich noch ein Beschäftigungszuschlag von 10% der Aktivitätszeit gegenüber sonstigen Beschäftigungsmaterialien addieren (0:28 h) und ein Aufschlag von 50% (2:18 h) als Bewegungszeit, Sozialkontakt und Warten vor der Nahrungsaufnahme hinzuzählen. Dennoch weisen die Schweine in diesen Versuchen mit einer strukturierten Umwelt und Beschäftigungsangeboten lediglich einen Aktivitätsanteil von

maximal 7:22 h aus. Nach MÜLLER (1985) umfasst die aktive Phase bei möglicher freier Bewegung bis zu 11 Stunden am Tag und geht erst durch räumliche Enge stark zurück. In der hier diskutierten Versuchsanstellung ruhen die Schweine jedoch trotz freier Bewegungsmöglichkeit wie in einer Stallhaltung zwischen 16-22 Stunden (EKKELE et al. 2003, SCHEIBE 1987, SCHLICHTING et al. 1989, VAN PUTTEN 1978).

In der Betrachtung von Verläufen zur Aufenthaltsdauer und besonders der Beschäftigungsangebote zeichnet sich folgendes Bild ab: Sowohl im ersten als auch im zweiten Versuch lassen sich keine eindeutigen Schlüsse auf eine Entwicklung oder abnehmende Attraktivität ähnlich wie bei der Frequenz in den Tagen einer Periode ziehen. Die Dauer scheint vielmehr durch externe Faktoren wie Klima oder Verschmutzung beeinflusst. Darauf deuten besonders die entsprechend gegenläufigen Werte der Bereiche A Nahrungsaufnahme und C Ruhen hin. Die Tiere suchen bei hohen Außentemperaturen nachts nicht mehr die Hütte als Ruhezone auf. Eine Betrachtung dieser Einflüsse ist aufgrund der vorhandenen Daten möglich, wird aber in diesem Rahmen nicht weiter ausgeführt.

Übereinstimmend mit anderen Untersuchungen zeichnet sich ab, dass die Nutzungsdauer eines Angebotes je Besuch mit zunehmendem Alter ansteigt (BEA et al. 2003, HARTUNG et al. 2005, ELKMANN et al. 2007). Die Schweine werden folglich mit der Zeit inaktiver. Laut BEA (2004) erfolgt eine Auseinandersetzung der Tiere mit der Beschäftigung in einer Größenordnung von 11,3 bis 27,5 s pro Tier und Ereignis. Über den ganzen Tag konnte ELKMANN (2003 b) anhand einer Fokustierbetrachtung von sechs Schweinen feststellen, dass die Beschäftigungsdauer beim verspieltsten Tier nur 23 Minuten pro Tag beträgt. Ein Schwein widmete sich den Spielgeräten sogar nur 6 Minuten pro Tag. Nach ELKMANN et al. (2007) nutzen die Schweine letztendlich die einzelnen Beschäftigungsgegenständen Kettenkreuz, Hebebalken und Pendelbalken maximal 5,2 Minuten je Tier und Tag.

Die Ergebnisse der sensorgestützten Versuchsanordnung zeigen dagegen Aufenthaltsdauern je Besuch, die zum Teil auch deutlich über den genannten Literaturwerten liegen. Dies kann teils darin begründet sein, dass die Aufenthaltsdauer eine potentielle Beschäftigungszeit darstellt. Ruhephasen in einem Beschäftigungsbereich führen zu einer Verfälschung der eigentlichen Beschäftigungszeit. Die Dauer des einzelnen Besuches in den Beschäftigungsbereichen ist jedoch signifikant abhängig von der Verfügbarkeit des Beschäftigungsangebotes. Obwohl sich die Schweine nicht die ganze Zeit während der Aufenthaltsdauer mit der Beschäftigung auseinandersetzen, ist die relative Aussagekraft der Präferenz nicht eingeschränkt.

Vielmehr ermöglicht es die sensorgestützte Versuchsanstellung im Gegensatz zur

vorhandenen Literatur, die ganze Gruppe tierindividuell zu betrachten (BÖRGERMANN et al. 2007 b). Rhythmen und Zeiten zwischen zwei Besuchen an der gleichen Beschäftigung werden analysiert. Diese Intervalle können zwischen wenigen Sekunden bis zu mehreren Tagen betragen. Das bedeutet weiterhin, dass nicht jedes Tier jeden Tag das Bedürfnis hat, ein Beschäftigungsangebot aufzusuchen. So werden selbst stark präferierte Angebote von im Mittel ca. 85% der Gruppe täglich aufgesucht. Auch wenn die gruppendynamische Präferenz relativ eindeutig ausfällt, so zeichnen sich die Tiere beider Versuchsdurchgänge durch eine hohe Individualität in ihrer Nutzungsfrequenz und auch Aufenthaltsdauer an der Beschäftigung aus. Schon SCHEIBE (1987) weist auf die großen Unterschiede zwischen den Tieren hin, die größer ausfallen als die Konstitution es erwarten lässt. Unterschiede bestehen dabei sowohl in individuellen Verhaltensasymmetrien (z.B. ja-nein, rechts-links) als auch bzgl. Nervösität/ Temperament und Lerndisposition (positiv-negativ).

Daraus ergibt sich die Frage, ob eine Gruppenzusammensetzung bei Mastschweinen nicht auch dahingehend zu überdenken wäre, dass nicht nur der Faktor Gewicht und das Geschlecht die Gruppenzugehörigkeit definiert, sondern auch das Verhalten und die individuellen Ansprüche des Tieres an seine Umwelt. Durch den Einsatz von Sensortechnik im Läuferbereich könnten Profile erstellt werden, die eine Gruppenbildung im Mastverlauf nach sich ziehen. So könnten letztendlich solche Schweine in einer Gruppe gehalten werden, die gleiche Interessen haben. Zu untersuchen wäre, ob eine Gruppierung von Schweinen mit gleichen Interessen zu weniger Stress führt und so dazu beiträgt, das Kannibalismusproblem weiter zu reduzieren. Auch SPOOLDER et al. (1996) weisen auf den Vorteil hin, den ein einfacher Verhaltenstest bringen würde, um Anpassungsschwierigkeiten von Jungsauen im weiteren Produktionsprozess frühzeitig erkennen zu können. Dennoch wird es auch bei einer den Bedürfnissen der Tiere immer besser angepassten Haltungsumwelt nicht möglich sein, den Ansprüchen von jedem Tier gerecht zu werden.

Die in dieser Untersuchung verwendeten Materialien Sand, Stroh und die neuartige Wühlmatte zeigen: Auch aus nicht-natürlichen Materialien können Beschäftigungsgegenstände erstellt werden, wie dies am Beispiel der Wühlmatte erkennbar ist. Die Wühlmatte könnte damit eine Möglichkeit darstellen, bei der die Schweine durch Beißen, Kauen oder Benagen am Beschäftigungsangebot das Erkunden am Sozialpartner reduzieren und damit dem Risiko des Schwanzbeißen vorgebeugt werden kann (BARTUSSEK 2001, BEATTIE et al. 2001, BLACKSHAW et al. 1997, BOLHUIS et al. 2005, FRASER et al. 1991, HARTUNG et al. 2005, O'CONNELL 1999, OLSEN 2001, SAMBRAUS 1978, STUDNITZ et al. 2006,

TUYTTENS 2005, VAN DE WEERD et al. 2003, VAN PUTTEN 1978).

6.1.2.2 Dauer der Nahrungsaufnahme

Die aufgewendete Zeit zur Futteraufnahme beträgt üblicherweise 2-4 Minuten je Kilogramm Futter (MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991, VON ZERBONI et al. 1984). Die Tiere in diesen Versuchen benötigen dafür im Mittel weniger als zwei Minuten ($>800\text{g}$ je Minute). Die gesamte Futtermenge nehmen die Schweine dabei in beiden Versuchen im Mittel während 7-14 Besuchen je Futterautomat ein. Die Häufigkeit der Futteraufnahme kann bis auf >55 Besuche je Tier und Tag ansteigen. (GONYOU et al. 2000). WEBER et al. (2002) stellten am Breinuckel 85,3 Besuche je Tier und Tag fest, wobei 33,4 Besuche mit Futteraufnahme verbunden waren. Ranghohe Tiere erzeugen dabei mehr Besuche. In den zwei durchgeführten Versuchen können Maxima von >100 Tiererkennungen je Tier und Tag an den Futterautomaten festgestellt werden.

Eine Anzahl von >14 Besuchen zur Futteraufnahme ist letztlich gekennzeichnet durch die Einteilung in Mahlzeiten, bei denen längere reine Fresszeiten (\emptyset 2:20 bzw. 4:21 Minuten) durch kurze Pausen unterbrochen sein können. Die Pausen übersteigen selten eine Dauer von 25 Sekunden. Jedoch heben sie die Anzahl Erkennungen deutlich und senken die mittlere Fresszeit je Besuch. Analog zu den Ergebnissen von GONYOU (1998) ist nach 5-6 Minuten Pause eine Mahlzeit (*meal oder bout*) abgeschlossen. Bei freier Futteraufnahme im Stall fressen die Schweine 5-15 Mahlzeiten je Tag (MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991, VON ZERBONI et al. 1984). Die Tiere bilden dabei klare Präferenzen für einen von mehreren Futterautomaten aus. Die Dauer je Besuch unterscheidet sich zwischen den Versuchen fast nicht. Warum die Tiere in diesen Versuchen eine eindeutige Präferenz für einen Futterautomaten entwickeln, kann nicht abschließend geklärt werden.

Ein adultes Schwein verbringt bei Konzentratfutter am Tag etwa 10-80 Minuten mit der Nahrungsaufnahme. (ANDREE 2000, MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991). In den zwei Durchgängen haben die Schweine im Mittel zwischen 64 Minuten und maximal 88 Minuten des Tages zum Fressen und Trinken aufgewendet. Die Schweine scheinen somit unabhängig von der aufzunehmenden Futter- und Wassermenge mit zunehmendem Alter ein entsprechendes Vermögen für eine gesteigerte Aufnahme je Zeiteinheit zu entwickeln. Dass die Futteraufnahmezeit bei Trockenfutterfütterung sich um 50% erhöht, wie andere Autoren es feststellen, kann nicht bestätigt werden (MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991, VON ZERBONI et al. 1984). Weiterhin kann eine tendenziell abnehmende Fressdauer mit zunehmendem Tiergewicht nur bedingt abgeleitet werden. Ein Rückgang von 25% der

Nahrungsaufnahmezeit wie bei anderen Untersuchungen von im Mittel 102 Minuten/Tier und Tag (40kg LG) auf 85,6 Minuten je Tier und Tag (80kg LG) kann nicht festgestellt werden (GONYOU et al. 2000).

Auch bei der Wasseraufnahme kann davon ausgegangen werden, dass nach einer Pause von fünf Minuten die Wasseraufnahmenmahlzeit abgeschlossen ist. In der feineren Betrachtung ist schon ab 25 Sekunden Pausenlänge zwischen zwei Erkennungen der Besuch Tränke eigentlich abgeschlossen. Prinzipiell nehmen die Besuche an den Tränken den größten Teil der Erkennungen in Anspruch. Im Mittel wird in den zwei Versuchen jede Tränke zwischen 5-27 Mal je Tier und Tag für ca. 15 Sekunden besucht. Die Maxima liegen sogar über 100% über den auch von LI et al. (2005) erfassten Besuchshäufigkeiten von 22 bis 38 Tränkebesuche je Tier und Tag. Allerdings ist hier nicht auszuschließen, dass ein Schwein sich doch kurzzeitig in den Erkennungsbereich der Tränke gelegt hat, ohne Wasser aufzunehmen. Grundsätzlich sind die beobachteten einzelnen Tränkebesuche eher kurz und betragen nur selten mehr als 16 Minuten je Tier und Tag. Dabei trinken die Tiere nach LI et al. (2005) an Beckentränken sogar langsamer und damit länger. Kurze Tränkebesuche treten besonders auch nachts in schlaftrunkenem Zustand auf (SCHEIBE 1987, VAN PUTTEN 1978). Diese nächtlichen Tränkebesuche konnten auch in diesem Versuch festgestellt werden und wurden dann meist an der als erstes zu erreichenden Tränke WS 6 vorgenommen.

Die mittlere Aufenthaltsdauer je Besuch im Bereich A beträgt in der Zeit von 6-20 Uhr ca. 1 Stunde und deckt sich damit in etwa mit der Zeit zur Nahrungsaufnahme. Nachts sind z.T. längere Aufenthaltszeiten festzustellen.

6.1.2.3 Ruheverhalten und Liegedauer

Die Aufenthaltsdauer der Tiere insbesondere im Bereich C (Ruhen) nimmt mit 40-70% einen großen Teil des Tages in Anspruch und ist zwischen den Perioden in den zwei Versuchen differenziert zu bewerten. Die Kernnutzungszeit des Ruhebereichs liegt besonders in den Nachtstunden, was bei einer Nachtruhe von acht Stunden einem prozentualen Anteil von 33% entspricht. Damit erfüllt der Bereich die ihm zugewiesene Funktion. In bestimmten Zeiträumen kann dieser Anteil im Ruhebereich jedoch enorm ansteigen. In diesen Phasen substituieren die Schweine eindeutig die Zeit im Bereich A (Nahrungsaufnahme) und nutzen gleichzeitig nur sehr wenig die Beschäftigungsbereiche. Diese Zeiträume sind wahrscheinlich in Verbindung mit ungünstigen Klimabedingungen zu bewerten. Bei für die Schweine optimalen Außenklimabedingungen geht der Anteil des Aufenthaltes im Ruhebereich C dagegen stark zurück, der Anteil in den anderen Bereichen steigt. Besonders wenn der

Sandbereich den Schweinen zur Verfügung steht, wird dieser als natürlicher Liegebereich stark bevorzugt. Unter diesen Umständen kommt es dann in der Addition der Zeit vom Ruhebereich C und dem Sandbereich D zu Liegezeiten von >15 Stunden je Tier und Tag, wie es auch in der Literatur unter naturnahen Bedingungen beschrieben wird (HÖRNING 1993, SAMBRAUS 1978, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984). Allerdings erstreckt sich in beiden Versuchen die nächtliche Ruhephase nicht über 10-11 Stunden, wie es andere Autoren beschreiben (EKKELE et al. 2003, HÖRNING 1993, SAMBRAUS 1978, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984).

6.1.3 Besuchszeitpunkt

6.1.3.1 Beschäftigung und Aktivität im Tagesverlauf

Die Schweine zeigen in beiden Versuchen in der Nutzung der Beschäftigungsbereiche einen natürlichen biphasischen Tagesrhythmus mit einem Aktivitätsmaximum in der zweiten Tageshälfte (BRAUN et al. 1993, VAN PUTTEN 1978, ZALUDIK 2002). Tendenziell werden die Beschäftigungsbereiche zeitlich nach den Futterautomaten- und Tränkebesuchen aufgesucht. Dies lässt sich besonders am Morgen in dem verzögerten Anstieg der Nutzung der Beschäftigungsbereiche im Vergleich zu den Nahrungsaufnahmestellen feststellen. Damit zeichnet sich deutlich ab, dass Beschäftigung ein zentrales Element der Aktivitätsphase im Tagesverlauf darstellt. Auch WECHSLER (1997) zeigt, dass die Schweine besonders nach dem Fressen motiviert sind, geeignete Beschäftigung aufzusuchen und Neureize zu erkunden. Zusätzlich lässt sich aus diesen Versuchen ableiten, dass die Beschäftigungsbereiche nicht grundsätzlich als Kotplätze fehlinterpretiert wurden.

Dieser natürliche Tagesrhythmus wird über den jeweils gesamten Versuch beibehalten. Je weniger Beschäftigungsangebote dabei zur Verfügung stehen, desto undeutlicher wird der Tagesrhythmus und so stärker wird der Einfluss externer Faktoren wie warme Außentemperaturen. Das Aktivitätsniveau nimmt insgesamt mit zunehmendem Lebendgewicht ab. Eine ähnliche Entwicklung ist auch von anderen Autoren festgestellt worden (BEA et al. 2003, SCHEIBE 1987, WOLFGANG et al. 2003).

Die Aufenthaltsdauer an der Beschäftigung im Tagesverlauf ist stark beeinflusst von den Aktivitätsphasen der Schweine. So sinkt die Aufenthaltsdauer je Besuch mit steigender Aktivität. Die längsten Nutzungen sind in den Morgenstunden für den Bereich C (Ruhe) festzustellen. Dies trifft auch im ersten Versuch auf den Bereich Sandauslauf zu, der von den Schweinen zeitweise auch als Liegebereich genutzt worden ist. Dagegen ist eine solche Entwicklung im zweiten Versuch nur wenig abzuleiten. Hier scheint die Strukturierung der

Bereiche B und D weitgehend auf die Beschäftigung abgestimmt zu sein. Die Nutzung des Bereiches durch die Schweine ist abhängig von dem dort zugänglichen Angebot.

6.1.3.2 Hauptzeiten der Nahrungsaufnahme

Die Nahrungsaufnahme unter Stallbedingungen erfolgt bei Schweinen mit ad-libitum-Fütterung natürlicherweise von 9-12 Uhr und von 15-18 Uhr mit ein bis zwei kurzen Nachfresszeiten (ANDREE 2000, MAROSKE et al. 1997, SAMBRAUS 1991). Über die Mittagsstunden wird eine Ruhephase eingelegt (GRAUVOGL 1997). Dieses Verhaltensmuster konnte in beiden Versuchsdurchgängen nur in Teilen gefunden werden. Der erste Versuchsdurchgang zeigt einen biphasischen Rhythmus für die Futterautomaten mit einer Mittagspause, der jedoch früher beginnt und nach der zweiten Phase später endet. Der zweite Versuchsdurchgang weist dagegen einen kontinuierlichen leichten Anstieg von morgens bis abends in der Besuchsfrequenz an den Futterautomaten auf. Auch nachts sind in beiden Durchgängen Fressbesuche festzustellen. Ob diese durch schwächere Tiere erzeugt werden und als Ausweichreaktion vor Repressalien gewertet werden kann, wie BREMERMAN (2003) und VON ZERBONI et al. (1984) es nahelegen, müsste gesondert betrachtet werden. Häufig tritt dieses Verhalten in inhomogenen Gruppen auf. Es könnte aber auch eine Anpassung der normal tagaktiven und im Sozialverband fressenden Schweine auf das Auslastungsniveau der Futterautomaten sein (ANDREE 2000). Deutlich werden jedoch verschiedene Fressstypen: Es gibt frühaktive, normalaktive und spätkaktive Schweine.

Nach MADSEN et al. (2005) ist die höchste Wasseraufnahme zwischen 16-18 Uhr, die geringste zwischen 3-5 Uhr zu verzeichnen. In diesen Versuchen ist zwar die Wassermenge nicht erfasst worden, doch ist von einer hohen Korrelation zwischen Tränkebesuch und Wasseraufnahme auszugehen. In dem Zusammenhang sind die meisten Tränkebesuche in den zwei Versuchen in den Nachtstunden von 2-5 Uhr und am frühen Abend von 16-19 Uhr zu verzeichnen. Zum Teil sind auch erhöhte Besuchsfrequenzen an den Tränken in den Mittagsstunden festzustellen, was auf hohe Temperaturen zurückgeführt werden könnte.

6.1.3.3 Ruhezeiträume

Die Schweine begeben sich in diesen Untersuchungen tendenziell später als 20 Uhr zur Ruhe und werden früher wieder aktiv als in anderen Untersuchungen beschrieben (EKKELE et al. 2003, HÖRNING 1993, SAMBRAUS 1978, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984). Die Hauptnutzungszeit des Ruhebereichs liegt dabei besonders in den Nachtstunden. Die längsten Ruhephasen sind mit Beginn der ersten Aktivitätsphase zwischen 5-7 Uhr zu verzeichnen. Dann haben die Schweine im Mittel über fünf Stunden geruht.

Vorher liegt die mittlere Ruhephasenlänge bei ca. 3-4 Stunden. Dies wird auch durch die Aussagen von VAN PUTTEN (1978) gestützt, dass längere Liegezeiten (nachts) durch gelegentliches Aufstehen unterbrochen werden, um dann Kot abzusetzen und zu harnen und fast immer etwas Wasser aufzunehmen. In der Mittagszeit werden maximale Ruhephasen von zwei Stunden erzielt. Dies deckt sich mit den Ergebnissen in der Literatur von einer 2-3-stündigen Mittagspause (HÖRNING 1993, SAMBRAUS 1978, SCHLICHTING et al. 1989, VON ZERBONI et al. 1984).

6.1.4 Der Einsatz von Beschäftigungsangeboten in der Schweinehaltung

6.1.4.1 Präferenzen gegenüber Beschäftigungsgegenständen

In der praktischen Schweinehaltung und der wissenschaftlichen Literatur werden eine Vielzahl von verschiedenen Beschäftigungsmaterialien benannt, untersucht und entwickelt (Tabelle 5, S. 16;). VAN DE WEERD et al. (2003) haben dabei das Ziel einer systematischen Analyse von über 74 Objekten verschiedener Materialeigenschaft, Bauweise und Größe verfolgt, die das Erkundungsbedürfnis der Schweine fördern sollen. Neben dem Vergleich bekannter Materialien und Gegenstände sind später auch ausgefallene Neuentwicklungen wie Flüssigkeitsspender mit Geschmack oder Futterspender mit aromatisiertem Futter angeboten worden (VAN DE WEERD et al. 2006).

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen drei Dinge: erstens induzieren anders als bei der Wühlmatte nicht immer neue und ausgefallene Beschäftigungsmaterialien eine höhere Präferenz bei den Schweinen; zweitens kann ein Teil der etablierten Gegenstände zumindest in den ersten Tagen nach der ersten Vorlage nicht die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen und drittens besteht eine Uneinigkeit in der Rangfolge stark präferierter Beschäftigungsmaterialien mit anderen vergleichenden Untersuchungen (Tabelle 29, VAN DE WEERD et al. 2003, VAN DE WEERD et al. 2006). Die Gründe dieser Uneinigkeit werden nicht formuliert, könnten aber in der unterschiedlichen Art und Umfang der Beschäftigung begründet liegen.

In über der Hälfte der Praxisbetriebe werden den Schweinen kaum Beschäftigungsmaterialien angeboten. Meistens besteht die Beschäftigung nur in einer einfachen Kette. (ZALUDIK 2002). Dieser Umstand deutet darauf hin, dass die verfahrenstechnische Komponente gegenüber den ethologischen Bedürfnissen der Schweine in der praktischen Schweinehaltung eine deutlich höhere Priorität besitzt. In Tabelle 29 wird nun ein qualitativer Vergleich unternommen, aus vergleichenden Untersuchungen zu Beschäftigungsmaterialien eine Rangierung zu erarbeiten.

Tabelle 29: Qualitativer Gegenüberstellung von Beschäftigungsgegenstände für Schweine auf der Basis vergleichender Untersuchungen

Beschäftigungsgegenstand	Eigene Untersuchung	ANONYM 2003	APPLE et al. 1992	BEATTIE et al. 1998	BÖHMER et al. 1994	BRITTON et al.	ELKMANN et al. 2003a	ELKMANN et al. 2007	HESSE 2002	JENSEN et al. 2006	KRESS et al. 1999	KRETSCHMER 1994	KRÖTZL et al. 1994	MEYER 2007 a	PEDERSEN et al. 2005	STUDNITZ et al. 2006	VAN DE WEERD. 2003	VAN DE WEERD 2006,	VAN ROOIJEN 1981	WEBER 2003	ZONDERLAND 2003	abnehmende Präferenz
Lavendelstroh + Erdnüsse																	X					
(Pilz-)Kompost				X	X					X						X						
Torf				X						X					X							
Silage										X ¹						X						
Hobelspäne												X ²										
Sägemehl				X								X				X						
Sand	X			X								X				X						
Hackschnitzel/ Baumrinde				X						X												
Holzwohle																X						
Zweige															X	X						
Stroh-Melasse-Block													X									
Rüben																X	X					
Wühlmatte	X																					
Kunststoff Dog toy			X																			
Seil mit Knoten			X							X						X ³	X				X	
Stroh, lang						X				X					X		X					
Stroh, Häcksel ⁰	X			X				X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Kettenkreuz								X ⁴	X					X ⁵								
Kettenwippe		X ⁴												X								
Hebelbalken								X														
Pendelbalken								X	X				X							X	X	
Papierschnitzel																	X					
Heu									X								X					
Aromatisiertes Futter																		X				
Hobelspäne																			X			
Kleidung																X						
Bite-Rite																		X				
Schlauch			X																			
Reifen					X											X	X					
Kette		X	X		X	X	X		X		X			X						X	X	
Kanister							X															
Holz					X ⁶											X						
Ball		X																				
Rohr																						X

⁰Referenz, ¹Mais mit Stroh, ²als Einstreu, ³ohne Knoten <Referenz, ⁴mit Holz, ⁵mit Kunststoffschläuchen, ⁶Stück

STUDNITZ et al. (2006) führte eine umfangreiche, vergleichende Untersuchung zu Beschäftigungsmaterialien mit dem Schwerpunkt Stroh durch und empfiehlt gleichzeitig Häckselstroh als Vergleichsstandard. Dem gegenüber befriedigen Torf, Pilz-Kompost, Sand und Sägemehl die Verhaltenweisen Erkunden, Futteraufnahme und Beschäftigung stärker als Stroh (STUDNITZ et al. 2006, BEATTIE et al. 1998). Die drei zuerst genannten Materialien werden allerdings in der praktischen Landwirtschaft als Beschäftigungsobjekt fast nicht verwendet. Sägemehl, Torf, überlagertes Weichholz oder auch Stroh können das Risiko einer Belastung mit Mykotoxinen bzw. Mykobakterien bergen (ANONYM 2005 a, TUYTTENS 2005, ELKMANN et al. 2007). Die visuelle Beurteilung des verwendeten Strohs dieser Versuchsdurchführung hat keinen Hinweis auf mögliche Infektionsquellen ergeben. Unter ungünstigen Bedingungen kann eine solche Belastung jedoch eine bedeutende Leistungsbeeinträchtigung und Gesundheitsgefährdung darstellen (ANONYM 2005 a).

Insgesamt wird deutlich, dass naturbelassene Materialien von den Schweinen stärker und z.T. auch unterschiedlich präferiert werden. So konnte in den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung ein signifikanter Präferenzvorteil für das naturbelassene Angebot Sand gegenüber dem naturbelassenen Angebot Stroh festgestellt werden. Gestützt wird diese Aussage durch die Ergebnisse anderer Autoren, wobei dort keine Aussagen über eine differenzierte Präferenzausbildung der Einzeltiere gemacht werden (BEATTIE et al. 1998, KRETSCHMER 1993, STUDNITZ et al. 2006).

Der Einsatz einer Kette und einfacher Gegenstände aus Kunststoff (Kanister, Reifen), wie es in der Praxis üblich ist, befriedigt die Schweine nicht längerfristig. Erst Kettensysteme aus mehreren Ketten und möglichst mit Holz-/ Kunststoffstücken können die Schweine länger beschäftigen. Ob sie dabei ähnlich wie die neu entwickelte Wühlmatte von den Schweinen stärker präferiert werden als Stroh, ist noch offen.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bezüglich der Verhältnisse der Beschäftigungsgegenstände untereinander. Untersuchungen von DE AZEVEDO et al. (2007) zeigen, dass sich in den letzten 20 Jahren nur 27% der themenrelevanten Forschungsveröffentlichungen mit Beschäftigungsmaterialien und Wohlbefinden auseinandergesetzt haben. Zielgerichtete Forschung auf diesem Gebiet ist weiterhin nötig

6.1.4.2 Einordnung der geprüften Beschäftigungsangebote Sand, Stroh und Wühlmatte: Ethologie versus Verfahrenstechnik

Neben der Befriedigung des Erkundungsverhaltens aus ethologischer Sicht müssen Beschäftigungsmaterialien auch aus verfahrenstechnischer Sicht bewertet werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn neu entwickelte Objekte als Empfehlung für eine praktische

Schweinehaltung in Betracht kommen.

Bei den in den zwei Versuchen angebotenen Beschäftigungsobjekten handelte es sich um die natürlichen Substrate Sand, Häckselstroh und eine aus Kunststoffen erstellte Wühlmatte. Prinzipiell scheinen Schweine eine höhere Präferenz für Substrate auszubilden, die der Erde ähnlich sind (BEATTIE et al. 1998). Die ausgeprägte Präferenz für Sand gegenüber Stroh konnte in dieser Untersuchung bestätigt werden.

Für ein gesteigertes, andauerndes Erkundungsverhalten müssen Beschäftigungsmaterialien für Schweine folgende Eigenschaften besitzen: veränderbar, zerstörbar, manipulierbar, zu einem kleinen Anteil verzehrbar und ins Maul zu nehmen (BARTUSSEK 2001, FRASER et al. 1991, JENSEN et al. 2006, STUDNITZ et al. 2006, TUYTTENS 2005, VAN DE WEERD et al. 2003, VAN PUTTEN 1978). Den meisten dieser genannten Ansprüchen können alle drei Materialien gut bis sehr gut genügen und erfüllen damit auch die Bedingungen der gesetzlichen Vorgaben an Beschäftigungsmaterialien (Tabelle 30) (TierSchNutzV 2006). Während das Aufnehmen der Beschäftigung ins Maul zum Bebeissen und Bekauen bei Wühlmatte und Stroh möglich ist, so ist die damit einhergehende Zerstörbarkeit und Aufnahme nur für Stroh gegeben. Da die dargebotenen Materialien auch in Ort oder Form veränderlich sind, bleiben sie im Vergleich zu anderen Gegenständen relativ lange für die Schweine reizvoll (BARTUSSEK 2001, ZONDERLAND et al. 2003).

Eine weitere Forderung von TUYTTENS (2005) und VAN PUTTEN (1978) ist, dass Beschäftigungsangebote möglichst viele Funktionskreise abdecken sollen. Stroh hat eine Bedeutung in den Funktionskreisen Nahrungssuche, Spielverhalten und Erkundung/ Wühlen. Dagegen kann der Sandauslauf die Kreise Ausruhverhalten/ Liegekomfort, Komfortverhalten (bei hohen Temperaturen) und Erkundung/ Wühlen befriedigen. Die Wühlmatte ist auf die Funktionskreise Nahrungssuche und Erkundung/ Wühlen beschränkt. Dabei wird das Wühlen und somit ein auf den Boden gerichtetes Verhalten von anderen Untersuchungen als eine sehr wichtige Verhaltensweise beschrieben (KRÖTZL et al. 1994, STUDNITZ et al. 2006). WEBER (2003) bezeichnete das Wühlen auf dem Boden mit veränderbarem Material als unabdingbare Verhaltensweise für das Wohlbefinden von Schweinen. Nach VAN DE WEERD et al. (2003) werden Wühlmaterialien mehr genutzt als nicht-wühlbare Materialien.

Allen drei Materialien dieser Untersuchung ist gleich, dass sie eine Befriedigung des Wühltriebes erreichen können (Tabelle 30). Während das Wühlen in den Substraten ihrer natürlichen Eigenschaft entspricht, ist das Wühlen auch in der aus Kunststoffen gefertigten Matte möglich. Die Schweine stoßen hier ähnlich wie beim natürlichen Wühlen mit dem Rüsselscheibenrand auf Widerstände. In der Literatur wird gerade dem Druck auf den oberen

Rüsselscheibenrand eine besondere Bedeutung zugemessen (VAN PUTTEN 1978). Die Größe der Matte entspricht in etwa dem Durchmesser von zwei Wühlstellen, wie sie bei durch Wildschweine verursachten Wildschäden festzustellen sind (BÖRGERMANN 2005).

Tabelle 30: Bewertung der eingesetzten Beschäftigungsmaterialien Sand, Stroh und Wühlmatte aus ethologischer und verfahrenstechnischer Sicht

	Merkmal	Sand	Strohhäcksel	Wühlmatte
ethologisch	manipulierbar, beweglich	5	5	4
	zerstörbar, veränderbar,	4	5	3
	verzehrbar, zu Bebeißen und Bekauen	1	5	4
	Wühlen → Druck auf Rüsselscheibe	5	4	5
	in mehreren Funktionskreisen	4	4	3
	Verschmutzungsrisiko	3	4	3
	Infektionsdruck	2	2	3
verfahrenstechnisch	Funktionalität des Haltungsverfahrens	1	2	5
	Bereitstellungskosten	1	2	3
	Arbeitsaufwand	1	1	3
	Reinigungsaufwand	4	4	3
	Lebensdauer	2	2	4
	Montageaufwand	2	3	3

5 = am besten; 4 = besser; 3 = gut; 2 = schlechter; 1 = am schlechtesten

Ähnlich dem natürlichen Zurückklappen von Gras-/ Erdsoden beim Wühlen klappen auch die Streifen der Wühlmatte aufgrund ihrer Befestigungsweise immer zurück. Die raue Oberfläche der Unterlage und die feine Struktur der Kunststoffstreifen führt zu einer zusätzlichen Reizung der Rüsselscheibe, die von den Schweinen anscheinend als angenehm empfunden wird. Die Ecken und Kanten der Streifen ermöglichen letztlich auch intensive Kau- und Beißbewegungen auf dem verformbaren Material. Damit haben die Schweine die Möglichkeit, ihre innere Frustration/ Erregung/ Stress abzureagieren. Dies geht beim Schwein bevorzugt mit einer Tätigkeit der Schnauze einher (LEWIS 1999, SAMBRAUS 1997). Resultierend aus diesen Beobachtungen und Materialeigenschaften erklärt sich auch die hohe Akzeptanz der Wühlmatte durch die Schweine, obwohl diese eine geringere Anzahl an Funktionskreisen befriedigt.

Freibewegliche und den Stallgeruch annehmende Gegenstände haben grundsätzlich das Problem, dass sie relativ schnell durch Kot verschmutzen und dann an Anziehungskraft verlieren (ANONYM 2005 a, BLACKSHAW et al. 1997, ZALUDIK 2002). Während der Sandauslauf und der Strohauslauf durch das Nachfüllen von frischem Stroh von diesem Problem relativ wenig betroffen sind, ist eine zunehmende Verschmutzung der Wühlmatte nicht auszuschließen. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei einer optimalen Positionierung im Aktivitätsbereich der Schweine und einer damit einhergehenden hohen Nutzungsfrequenz eine zu starke Verschmutzung unterbleibt. Auch YOUNG et al. (1994) ist mit der

Entwicklung des „Edinburgh Foodball“ durch die unregelmäßig aus dem Ball rieselnde geringe Menge Futter eine Beschäftigung der Tiere und die Befriedigung des Wühltriebs gelungen. Wenig Flächenanspruch und auch eine deutlich geringere Verschmutzung weisen hängende Gegenstände auf (ANONYM 2005 a, HEIZMANN 1988). Doch verlieren die Schweine relativ schnell ihr Interesse an diesen Gegenständen, da u.a. das Wühlen nicht möglich ist (ANONYM 2005 a, BLACKSHAW et al. 1997, ZALUDIK 2002).

Aus verfahrenstechnischer Sicht liegt die höchste Priorität beim Einsatz von Beschäftigungsmaterialien in der Beibehaltung der vollen und komplikationslosen Funktionsfähigkeit des Haltungsverfahrens (ANONYM 2005 a). Bedingt durch die Probleme, ein funktionsfähiges Entmistungssystem aufrecht zu erhalten, ist für Haltungsformen mit perforierten Böden der Einsatz von Substraten selten möglich. Sand sinkt nach unten und lagert sich ab. Stroh kann durch den geringen Trockensubstanzgehalt der Schweinegülle auch in geringen Mengen von > 20g je Tier und Tag blockierende Schwimmdecken bilden. Der Arbeitsaufwand steigt in solchen Fällen beträchtlich. Da die Wühlmatte eine gute Beständigkeit beweisen konnte und daher kein Eintrag in das Entmistungssystem vorkommt, wird es in seiner Funktionsfähigkeit ebenfalls nicht beeinträchtigt.

Viele Beschäftigungsgegenstände sind aus ökonomischen und arbeitstechnischen Gründen kaum noch praktikabel. Besonders Substrate wie Stroh werden durch die Bergungs-, Lager und Bereitstellungskosten (Raufen, Automaten) kritisch beurteilt. Auch Holz und Spielketten haben ihre größten Vorteile auf der verfahrenstechnisch, arbeitswirtschaftlichen Ebene (ELKMANN et al. 2007). Die Art der Ausrichtung (horizontal, vertikal) hat entgegen der Anbringung an der Buchtenwand keine Bedeutung auf das Erkundungsverhalten (REITER et al. 2006, ZONDERLAND et al. 2003). Ein Beschäftigungsmaterial mit einem hohen Platzbedarf bedeutet in der Mast auch immer eine Einschränkung in der für die Tiere verfügbaren Fläche und damit erhöhte Investitionskosten (ANONYM 2005 a, STUBBE 2000). Diese Problematik gilt ebenfalls für die Wühlmatte, die bei einem Einsatz in kleinen Gruppen zu einer Verringerung der Grundfläche führt. Dagegen ist bei einem Einsatz in Großgruppen und einer Platzierung der Matte im Aktivitätsbereich der Schweine nur eine geringe Einschränkung der Liegefläche anzunehmen.

Mit der Wühlmatte steht ein Beschäftigungsgegenstand zur Verfügung, der sowohl den ethologischen als auch verfahrenstechnischen Ansprüchen in hohem Maße gerecht wird und dazu beitragen kann, die Tiergerechtigkeit eines Haltungsverfahrens zu erhöhen.

6.2 Modellansatz zur Bestimmung von Präferenz, Affinität und Kompensation

6.2.1 Eine Einordnung des Modellansatzes

Viele der entwickelten Modelle zur Situationsbeschreibung von Tierhaltungssystemen haben die Zielstellung, ein ganzheitliches Bewertungssystem bzw. Abbild der Realität erreichen zu wollen (AERTS et al. 2006, BARTUSSEK 1990, VON BORELL et al. 2001, BRACKE et al. 2004, BUCHHOLTZ et al. 1998). Ansätze anderer Autoren zielen darauf ab, durch mathematische Modellberechnungen Verhalten qualitativ zu erfassen (FORREST et al. 1994, MADSEN et al. 2005, RUTHERFORD et al. 2004). Weitreichende Motivationsanalysen sind dabei grundsätzlich möglich und liegen auch vereinzelt vor. Doch sind sie oft methodisch schwierig und aufwendig in der Erfassung (KTBL 2006). Motivation ist untrennbar eine Funktion von externen und internen Faktoren und das, obwohl die Variation einer Verhaltensäußerung in einer vorgegebenen Situation durch das Verhalten in einer anderen Situation erklärt werden kann (JENSEN et al. 1993).

Präferenzen von Tieren können bestimmt werden durch die Analyse von Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer eines Angebotes (Anhang 65, Anhang 66). Wie in Tabelle 31 zu sehen ist, führt die Bildung einer Rangfolge aufgrund zunehmender Werte in den Parametern Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer am Beispiel des Bereiches B (Strohautomat) zu stark voneinander abweichenden Aussagen. Schweine mit einer hohen Rangfolgewert im Parameter Frequenz haben selten einen hohen Wert in der Rangfolge Nutzungsdauer und umgekehrt. Eine Übereinstimmung in der Rangfolge von Nutzungsfrequenz und dauer kann in den ausgewählten vier Periodenabschnitten für die zwei Beschäftigungsangebote Strohautomat und Wühlmatte in höchstens drei Fällen festgestellt werden (Anhang 67, Anhang 68, Anhang 69, Anhang 70).

Mit der Bildung des Präsenzwertes W wird nun eine Verknüpfung der zwei Parameter vorgenommen. Die Bildung einer Rangfolge dieses neuen Parameters führt in den meisten Fällen wieder zu einer neuen Hierarchie. Die Rangfolge des W -Wertes weist jedoch eine höhere Übereinstimmung sowohl mit der Rangfolge Nutzungshäufigkeit als auch mit der Rangfolge Aufenthaltsdauer auf (2-4 Übereinstimmungen). Eine Kongruenz von allen drei Kategorien Frequenz, Dauer und Präsenzwert W kann nur in seltenen Fällen (0-2 Übereinstimmungen) diagnostiziert werden (Anhang 71). Die Aussagekraft des Präsenzwertes W wird durch die neue Rangfolge nicht eingeschränkt. Vielmehr wird die Richtigkeit des Modellansatzes mit dem Präsenzwert W durch die Ergebnisse eines anderen Wahlversuches unterstrichen (BÖRGERMANN et al. 2007 c).

Tabelle 31: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich B je Einzeltier in Periode 4 (SA+,WM+)

Tier	Bereich B in Periode 4 (SA+,WM+)		
	Rangfolge Anzahl Besuche	Rangfolge Aufenthaltsdauer	Rangfolge W-Wert
23	6	12	8
24	2	11	7
25	2	15	9
26	13	18	16
27	9	13	12
28	11	21	18
29	16	14	17
30	13	20	19
31	1	1	1
34	2	19	13
35	18	17	20
36	6	9	6
37	18	8	14
38	9	2	2
39	16	6	11
40	15	7	10
43	2	5	3
44	20	10	15
45	6	4	4
46	11	3	5
47	21	16	21

Rangfolge aufgrund zunehmender Werte

Fazit: Das in dieser Arbeit entwickelte Modell versucht mittels einfacher mathematischer Operationen, das Präferenzverhalten der Schweine standardisiert quantitativ und qualitativ zu analysieren. Die zugrunde liegenden Parameter sind dafür die Nutzungsfrequenz und die Dauer der Nutzung der Angebote durch die Tiere selbst. Der entwickelte Ansatz könnte damit ein Baustein sein, Kenntnisse über die Wichtigkeit von Verhaltensäußerungen bzw. Umweltreize durch die Bildung eines Indexes zu erhalten. Durch die Einbeziehung von Affinität und Kompensation werden weitere Maßzahlen zur Präferenz im zeitlichen Verlauf offeriert.

Im Ansatz entspricht das Modell den Untersuchungen nach den „consumer demand studies“, in denen die quantitativ gemessenen Bedürfnisse des Tieres und die Reaktion des Tieres auf Umwelteinflüsse im Mittelpunkt stehen (DAWKINS 1990, JENSEN et al. 2004, KRETSCHMER et al. 1993, MATTHEWS et al. 1994). Das “Free Choice Profiling model” (FCP) bezieht sich ebenfalls auf das Tier (WEMELSFELDER et al. 2001). Anstelle von Messungen wird beim FCP das Verhalten der Tiere aber ausschließlich qualitativ betrachtet. Der Vorteil des gebildeten Modells besteht darin, dass sensortechnisch erfasstes Tierverhalten aus dem umfangreichen Datenpool und strukturierten Ansätzen zu anschaulichen, aussagekräftigen und verwertbaren Bewertungsmöglichkeiten führt. So wird am Ende nur

eine Maßzahl für Präferenz, Affinität und Kompensation für den Vergleich von zwei Angeboten angegeben. Überprüfen lassen sich die Modellergebnisse im Ansatz durch den aufwendigen Vergleich der Werte von Frequenz und Dauer der Nutzung der einzelnen Angebote im entsprechenden Zeitraum. Dies wird in den nachstehenden Gliederungspunkten zur Präferenz, Affinität und Kompensation anhand eines Gruppenvergleiches vorgenommen. Um den Einfluss externer Faktoren relativ gering zu halten, ist es prinzipiell zunächst sinnvoll, den Zeitraum zur Modellberechnung relativ klein zu halten. Denkbar sind dennoch sowohl kürzere als auch längere Auswertungszeiträume bei gleichzeitiger Berücksichtigung der externen Einflüsse (Anhang 72).

6.2.2 Präferenz

Für die Präferenzbetrachtung vor dem ersten Critical Point (C-Point) in der Periode 4 SA+,WM+ beträgt der Unterschied in der Frequenz nur 0,5 Besuche je Tier und Tag. Dagegen ist die mittlere Aufenthaltsdauer im Bereich D Wühlmatte mehr als doppelt so groß wie im Bereich B Strohautomat. Mit einem Mittelwert von $P = -0,3$ ist eine Zusammenfassung zu einem Indexwert möglich.

Auch in der post-Periode 5 dieses C-Point (4/5) mit dem Angebot SA+,WM- ist das Modell in der Lage, die Einzeltiersituation vereinfacht darzustellen. Sowohl die Frequenz als auch die Aufenthaltsdauer weisen hier im Mittel nur sehr geringe Unterschiede auf. Durch das Modell wird ersichtlich, dass ein paar Tiere den Bereich mit der abgesperrten Wühlmatte dennoch geringfügig stärker präferieren als den Bereich Strohautomaten. Die Gründe dafür können z.B. in einer hohen Affinität zu der Wühlmatte liegen. Da diese Ausprägung gering ist, resultiert daraus ein relativ eindeutiger P-Wert von 2,3.

Noch eindeutiger wird die Situation am Ende dieser Periode SA+,WM- vor (ante) dem C-Point 5/6 zur nachfolgenden Periode SA-,WM+ (post). Hier sind die Werte der gemessenen Präferenz ebenso eindeutig wie die des Modells. Zu Berücksichtigen ist hier jedoch das sehr hohe Maximum von $P = 1387$, welches zu einem hohen Mittelwert führt. Nachdem den Schweinen die Wühlmatte in der post-Phase des C-Points 5/6 wieder zur Verfügung steht und der Strohautomat abgesperrt ist, ändert sich auch der P-Wert. Dauer und Frequenz sind im Bereich D Wühlmatte wieder höher als im Bereich B Strohautomat. Der P-Wert von 4,5 zugunsten der Wühlmatte belegt dies.

Mit dem in diesem Modell getätigten Ansatz ist es möglich, eine Aussage über die Präferenz P der Schweine zu den Beschäftigungsmaterialien zu treffen. Es lassen sich fundierte Präferenzwerte P sowohl für das Einzeltier als auch für die gesamte Gruppe bestimmen und

interpretieren. In der Analyse von Untersuchungen zur Nutzungsstruktur und des Präferenzverhaltens von Schweinen bzgl. verschiedener Fußböden zeigte sich die Anwendbarkeit des Modellansatzes auch auf andere Wahlversuche (BÖRGERMANN et al. 2007 c). Die Untersuchung wurde ebenfalls mit der in dieser Versuchsanlage zur Verfügung stehenden Sensortechnik vorgenommen. Weiterhin konnte daraus abgeleitet werden, dass für eine modellierte Präferenzanalyse mit diesen Algorithmen einzig umfassendes Datenmaterial zur Aufenthaltsdauer und Nutzungshäufigkeit benötigt wird.

6.2.3 Affinität

Mit der Analyse der Affinität soll eine Aussage über die Entwicklung und Stärke der Präferenz im zeitlichen Verlauf getroffen werden. Die Affinität ist das Maß für die Wichtigkeit des Angebotes für das Tier im zeitlichen Verlauf und in sich verändernden Umweltbedingungen.

Im ersten kritischen Zeitraum verändert sich im Bereich B nicht die Erreichbarkeit des Strohautomaten. Es kommt zu keiner eindeutigen Veränderung im Nutzungsverhalten der Tiere. Einige Tiere nutzen den Bereich B nach der Umstellung öfter und einige weniger. Dies manifestiert sich schließlich in Affinitätswerten nahe der Definitionsgrenzen -1 und +1. Im gleichen Zeitraum C-Point Periode $SA+, WM+ \rightarrow SA+, WM-$ geht die Nutzung des Bereiches D Wühlmatte deutlich zurück. D.h., der Verlust der Wühlmatte führt bei den Schweinen in dieser Situation zu keiner gesteigerten Bedürfnissituation. Es ist keine Affinität festzustellen.

Eine ähnliche Situation ergibt sich in der nächsten C-Point Periode $SA+, WM- \rightarrow SA-, WM+$ für den Bereich Strohautomat: die Tiere zeigen in der neuen Angebotskonstellation für den Strohautomaten kein Affinitätsverhalten. Dies ist insofern erstaunlich, da durch die P-Werte vor der Angebotsveränderung eine eindeutige Präferenz für den Strohautomaten festzustellen ist. Die Schweine können jedoch gleichzeitig wieder die Wühlmatte erreichen und zeigen hier einen hohen A-Wert. Es handelt sich bei der Wühlmatte somit um eine verlagerte Affinität. Daraus lässt sich ableiten, dass die Schweine durch die Erreichbarkeit der Wühlmatte stark angehalten werden, diese auch zu nutzen. Es ist jedoch auch möglich, dass ein Zeitraum von vier Tagen für die Affinitätsberechnung zu lang ist. Die Schweine lernen schneller als berücksichtigt und stellen sich auf die veränderte Umwelt ein. Dass die Schweine, wenn sie die Wühlmatte wieder nutzen dürfen, diese auch stark nachfragen, ist letztlich eine Konsequenz aus den eindeutigen P-Werten der Wühlmatte in den nutzbaren Zeitabschnitten.

Daher zeigt die Beschreibung der Affinitätswerte in den zwei dargestellten kritischen Zeiträumen (C-Point), dass eine Affinität in den ersten vier Tagen zu einer veränderten

Angebotssituation nur in Einzelfällen beobachtet werden kann. Andererseits gibt das Niveau der Affinitätswerte einen Hinweis auf die Priorität der Schweine einem Angebot gegenüber. Des Weiteren zeigt ein Vergleich der Daten zur Besuchshäufigkeit und Aufenthaltsdauer das Potential des Modells. In den kritischen Phasen mit relativ gleichen mittleren Frequenz- oder Nutzungsdaten kann eine differenzierte Aussage zum Affinitätszustand der Tiere getroffen werden.

6.2.4 Kompensation

Der Kompensationswert ist ein Maß für die mögliche Kompensation in der Besuchshäufigkeit und –dauern, eines erreichbaren Angebotes gegenüber einem nicht mehr nutzbaren Angebot. Vergleichend mit den Messwerten zur Frequenz und Nutzungshäufigkeit im entsprechenden Zeitraum C-Point Periode SA+,WM+ → SA+, WM- ist zu erkennen, dass der Strohautomat nur einen geringen Anteil der Nutzung des Bereiches D Wühlmatte kompensieren kann. Der mittlere Kompensationswert von -2,3 zeigt, dass die Wichtigkeit des zweiten Angebotes (Wühlmatte) größer ist als die des ersten Bereiches (Strohautomat). Eindeutig ist, dass außer bei drei Tieren der Strohautomat nicht die Veränderung kompensieren kann. Welcher Aufenthaltsbereich den Wegfall stattdessen kompensiert hat, wird durch die Betrachtung der Modellparameter der Aufenthaltsbereiche A und C ersichtlich.

Im zweiten kritischen Zeitraum zeigt sich mit dem Wegfall des Strohautomaten, dass alle Tiere ihr Beschäftigungsbedürfnis im Bereich D Wühlmatte befriedigen können. Die genaue Betrachtung der entsprechenden Messwerte bestätigt die eindeutige Aussage des Modellansatzes.

.

7 Schlussfolgerungen

Mit dem dieser Arbeit zugrunde gelegten Versuchsdesign und den daraus gewonnenen Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen.

Sensorgestützte Versuchsanstellung: Der für diese Untersuchung entwickelte Versuchsaufbau ermöglicht im Vergleich zu üblichen Kurzzeitanalysen eine permanente Erfassung der Verhaltensabläufe von 22 Mastschweinen über den gesamten Haltungszeitraum. Die Erfassung erfolgt durch Anwendung einer sicher arbeitenden elektronischen Identifikation, die Aufenthaltsort, -dauer und -frequenz von jedem Tier erfasst. So konnten durch das sensorgestützte System in den zwei Versuchen im Mittel über 6000 Datensätze je Tier erhoben werden. Diese mögliche Differenzierung erlaubt, die bei einer Durchschnittsbetrachtung auftretende Ungenauigkeit bzgl. des Einzeltieres zu reduzieren und vielmehr die Variation innerhalb der Gruppe offenzulegen.

Die flexible Veränderung der einzelnen Aufenthaltsbereiche gestattet, Teilelemente komplexer Haltungsstrukturen zu modellieren und durch die kontinuierliche Erfassung präzisere und detaillierte Aussagen zum Tierverhalten zu erhalten. Da das Verhalten während der Aufenthaltsdauer in den Bereichen selbst nicht in allen Einzelheiten erfasst wird (z.B. potentielle Beschäftigungszeit), ist die Besuchsfrequenz in ihrer Aussagekraft höher zu bewerten. Je besser die räumliche Struktur und Eindeutigkeit der Teilbereiche den Tieren vorgegeben wird, desto aussagekräftiger werden die durch die Versuchstechnik erfassten Verhaltensweisen der Tiere. Nach der Erarbeitung und Programmierung weitgehend automatisiert arbeitender Filter-, Formatierungs- und Rechenoperationen besteht auf der Basis Datenbank ein standardisiertes und offenes Auswertungstool. Die entwickelten Operationen stehen durch die einheitliche Datenstruktur für alle weiteren Versuche zur Verfügung. Eine situationsbedingte Selektion der Daten auf spezielle Zeiträume ist ohne Probleme möglich.

Die in diesem Versuch verwendete sensorgestützte Versuchsanordnung stellt einen neuen Ansatz der Erfassung von Wahlverhalten bei Schweinen dar. Im Vergleich zu visuellen Beobachtungsmethoden per Direktbeobachtung und Videoaufzeichnungen ergibt sich hier schon aufgrund der Datenmengen ein immenses Potential an Auswertungsmöglichkeiten. Diese Arbeit stellt daher nur eine enge Auswahl an ausgewerteten Ergebnissen dar.

Analyse des Präferenzverhaltens: Das mittels der sensorgestützten Versuchsanlage erfasste Datenmaterial erlaubt eine sehr komplexe und detaillierte Auswertung. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Analyse von Präferenz und Nutzungsstruktur der Beschäftigungsbereiche. Als Beschäftigung haben den Schweinen Sand, eine neuartige Wühlmatte und Stroh zur Verfügung gestanden. Folgende Aussagen sind zu treffen. Die Nutzung der

Beschäftigungsbereiche mit Strohautomat oder Wühlmatte erfolgt nur jeweils 2-6 Mal je Tier und Tag. Die Aufenthaltsdauer der Tiere in den Beschäftigungsbereichen ist gering und liegt auch bei stark präferierten Objekten und hohem Neuigkeitswert nur vereinzelt über 7% des Tages. Insgesamt nutzen die Schweine höchstens 6-11 Mal bzw. während 14% bzw. 3,4 Stunden des Tages die Beschäftigungsmöglichkeiten. Die geringe aber signifikante Bevorzugung der Wühlmatte unterstreicht das für die Tiere wichtige Verhaltenselement Wühlen. Der Sandauslauf erzielt sowohl in der Frequenz als auch in der Aufenthaltsdauer signifikant höhere Werte als der Bereich Strohautomat, da er von den Tieren auch für die Funktionskreise Komfortverhalten und Liegen genutzt worden ist. Die Nutzung der Beschäftigungsbereiche und der Nahrungsaufnahmepunkte folgt einem natürlichen biphasischen Tagesrhythmus mit einem Aktivitätsmaximum in der zweiten Tageshälfte. Auch nachts kommt es zu Kontakten an den Erkennungsstellen.

Naturbelassene Materialien gehören zu den stärker präferierten Beschäftigungsmaterialien. Da neu entwickelte und ausgefallene Beschäftigungsmaterialien nicht unbedingt eine höhere Präferenz als der Vergleichsstandard Häckselstroh bei den Schweinen bedingen, ist die hohe und anhaltende Akzeptanz der Wühlmatte umso höher zu bewerten. Zielgerichtete Untersuchungen zur Stützung definierter Rangfolgen zu Beschäftigungsmaterialien wären erstrebenswert. Mit der Wühlmatte steht ein neuartiges Beschäftigungsobjekt aus nicht-natürlichen Materialien zur Verfügung, welches sowohl den ethologischen als auch verfahrenstechnischen Ansprüchen in hohem Maße gerecht wird und dazu beitragen kann, die Tiergerechtheit eines Haltungsverfahrens zu erhöhen.

Die Individualität der Schweine in ihrem Verhalten ist in beiden Parametern stark ausgeprägt. So nutzt z.B. nicht jedes Tier jeden Tag ein Beschäftigungsangebot. Die Clusterbildung weist auf die Möglichkeit verschiedener Klassen von Verhaltenstypen hin. Diese Typen zu klassifizieren und damit die individuellen Ansprüche des Einzeltieres an seine Umwelt zu berücksichtigen, sollte neben dem Geschlecht und Gewicht als weiterer Gruppierungsparameter einbezogen werden. Damit würde sich die Bildung von Stress vermindern und die Tiergerechtheit eines Haltungsverfahrens sich erhöhen.

Die Unterteilung des Versuchszeitraumes in Perioden mit unterschiedlich erreichbaren Angeboten stellt ein interessantes Instrumentarium dar, Präferenz, Affinität und das Kompensationsvermögen von Beschäftigungsgegenständen bei Schweinen zu analysieren. Eine abnehmende Attraktivität der Angebote zeichnet sich ab dem 4.-5. Tag nach Beginn einer neuen Periode ab. Umgekehrt unterscheiden die Tiere sicher nach diesem Zeitraum, ob sie ein Angebot erreichen können oder ob es abgesperrt ist. Dieser nachlassende

Neuigkeitswert bedingt die Notwendigkeit, Beschäftigung für Schweine in gewissen Rhythmen zu erneuern und auszutauschen (Beschäftigungsmanagement). Der Neuigkeitswert der Beschäftigung gewinnt mit zunehmendem Alter an Bedeutung. Ein vermindertes Angebot an Beschäftigung scheinen die Schweine in beiden Versuchsdurchgängen in einer gesteigerten Nutzung der Futterautomaten und Tränken zu kompensieren. Dass die Nahrungsaufnahme ein zentrales Element im Tagesablauf der Schweine einnimmt, zeigt auch der hohe und relativ konstante Anteil täglicher Besuche an den zwei Futterautomaten. Das biologische Leistungsvermögen ist in beiden Versuchen hoch. Die Aufenthaltsdauer der Tiere im Ruhebereich nimmt mit 40-70% einen großen Teil des Tages in Anspruch. Die Kernnutzungszeit des Ruhebereichs liegt besonders in den Nachtstunden.

Aufgrund der uneinheitlichen Situation der Verhaltensforschung bzgl. der Parameter Beobachtungsmethode, -dauer und Ergebnisbezug wäre die Entwicklung eines Kodexes zur Bewertung von Beschäftigungsmaterialien zu begrüßen. Denn schon wegen des Fehlens fundierter Werte zur Frequenz und Aufenthaltsdauer an Beschäftigung lassen sich viele Teilaspekte dieser Untersuchung in ihrem Umfang und der einzigartigen Detailgenauigkeit nur bedingt in den Kontext anderer Untersuchungen diskussionsfähig einordnen.

Modellentwicklung: Durch die Modellierung der sensorgestützt erfassten Parameter Nutzungshäufigkeit und Aufenthaltsdauer an den Beschäftigungsangeboten ist es gelungen, eine objektive Bewertung tierindividueller Präferenz zu zwei Angeboten in einer Indexzahl zu erreichen. Die erzielte Indexzahl stützt dabei in präziser und doch vereinfachter Weise die Aussagen der komplexen Messwertanalysen. Unter Berücksichtigung des Adaptationsprozesses auf veränderte Umweltbedingungen im zeitlichen Verlauf kann mittels des Modells außerdem eine Aussage zur Affinität und Kompensationsmöglichkeit von Angeboten vorgenommen werden. Der Bewertungszeitraum ist frei zu definieren. Es lassen sich fundierte Präferenzwerte P sowohl für das Einzeltier als auch für die gesamte Gruppe bestimmen und interpretieren. Das Modell ist somit in der Lage, das messtechnisch erfasste Verhalten der Tiere vereinfacht und gleichzeitig aussagekräftig wiederzugeben.

Es kann kombiniert mit der umfangreichen Datengrundlage ein wesentlicher Beitrag zur Methodenentwicklung in der Verhaltensforschung bei Nutztieren erreicht werden. Dies gilt insbesondere deshalb, da auch mit visuellen Beobachtungsmethoden gewonnene Ergebnisse vergleichender Verhaltensbeobachtungen, unter Verwendung von Frequenz und Aufenthaltsdauer, mit diesem Modell bewertet werden können. Die Bildung eines Katalogs mit den drei Modellwerten zu den Schwerpunkten Beschäftigung, Böden und Fütterungstechnik würde zu einer vereinfachten und doch aussagekräftigen Entscheidungs-

hilfe im Kontext einer angestrebten hohen Tiergerechtigkeit eines Haltungssystems führen.

Offene oder nicht dargestellte Auswertungsansätze:

- Durch eine weiterführende Clusteranalyse hinsichtlich Nutzungshäufigkeit und dauer von Haltungselementen und Veränderungen der Clusterstruktur im zeitlichen Verlauf könnte eine Charakterisierung der ausgeprägten Individualität der Einzeltiere vorgenommen werden. Die Ergebnisse würden einen Hinweis darauf geben, ob in der praktischen Schweinehaltung eine Gruppierung der Schweine nicht nur nach Gewicht und Geschlecht, sondern auch nach Verhaltenstypen, Vorteile für die Gruppe erbringen kann.
- Die Überprüfung des Einflusses z.B. einer Standardisierung oder Logarithmierung von Frequenz oder Aufenthaltsdauer auf das in dieser Arbeit entwickelte Modell stellt ein attraktives Aufgabengebiet innovativer Forschungsarbeiten dar. Ziel dieser Analyse wäre eine noch bessere Gewichtung der Parameter in ihrer Auswirkung auf den Aussagegehalt von Präferenz, Affinität und Kompensation. Damit könnte eine Schärfung des Affinitätsprofils und eine präzisere Aussage zum Adaptationsprozess erreicht werden.
- Die Veränderung im Verhalten zur Nahrungsaufnahme (Bouts) im zeitlichen Verlauf und warum die Tiere Präferenzen für spezielle Futterautomaten und Tränken entwickeln, stellt einen praxisbezogenen Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen dar.
- Die Erfassung physiologischer und endokrinologischer Daten könnte weiterreichende Informationen darüber liefern, was die Tiere „empfinden“ wenn sie Beschäftigung nutzen, als dies die reine ethologische Erfassung von Tierverhalten aufzeigt.
- Die bisher durchgeführten, aber hier nicht dargestellten Auswertungen zur Sequenzanalyse weisen auf das diesbezügliche Potential der umfangreichen, sensorgestützt erfassten Daten hin. Damit könnten Hintergründe beleuchtet werden, wann und nach welchem Muster bzw. Verhaltenselement/ Funktionskreis die Schweine Beschäftigungsangebote nutzen.
- Der Einfluss endogener (biologisches Leistungsvermögen, Krankheiten) und exogener Faktoren (Klima, Verschmutzung, Störungen) auf das Tierverhalten und speziell auf die Wahl und Nutzung von Beschäftigungsmaterialien konnte im begrenzten Rahmen dieser Arbeit nicht dargestellt werden. Ebenso überstieg der Vergleich zwischen den Sensordaten und den parallel durch Direktbeobachtungen gewonnenen Ergebnissen zum Tierverhalten in den Aufenthaltsbereichen den Umfang dieser Arbeit. Dort könnte auch geklärt werden, ob die einzelnen Bereiche die ihnen zugewiesene Funktion erfüllen.

Literaturverzeichnis

- AERTS, S., LIPS, D., SPENCER, S., DECUYPERE, E., DE TAVERNIER, J. (2006): A new framework for the assessment of animal welfare integrating existing knowledge from a practical ethics perspective. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 19. 67–76.
- AGROMEK (2006): 16. bis 21. Januar 2006 im Messecenter Herning, Dänemark.
<http://www.agromek.dk/>
- ALTMANN, J. (1974): Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49. 227–265.
- ANDREE, H. (2000): Zur Einzeltierfütterung von Mastschweinen. Zeitschrift LANDTECHNIK, Landwirtschaftsverlag, Münster, 3/2000. 244-245.
- ANONYM (2003): Wippe ideal für Beschäftigung. Zeitschrift Schweinezucht und Schweinemast. Landwirtschaftsverlag, Münster, SUS 3/2003. 29.
- ANONYM (2005 a): Womit beschäftigen sich Schweine am liebsten?. Aktuelles 30.5.2005. Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (ZDS), Bonn. www.zds-bonn.de
- ANONYM (2005 b): Papier als preiswerte Ablenkung. Zeitschrift Schweinezucht und Schweinemast. Landwirtschaftsverlag, Münster, SUS 6/2005. 60.
- ANONYM (2007): Bewegung und Beschäftigung verbessern Fleischqualität. Zeitschrift DLG-Mitteilungen 7/2007. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt. 8.
- APPLE, J.K., CRAIG, J.V. (1992): The influence of pen size on toy preference of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 35. 149-155.
- AREY, D. S., FRANKLIN, M. F. (1995): Effects of straw and unfamiliarity on fighting between newly mixed growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 1-2. 23-30.
- BABOT, D., HERNÁNDEZ-JOVER, M., CAJA, G., SANTAMARINA, C., GHIRARDI, J.J. (2006): Comparison of visual and electronic identification devices in pigs: On-farm performances. *Journal of Animal Science* 84. 2575–2581.
- BARTUSSEK, H. (2000): Tiergerechtheitsindex für Mastschweine - TGI 35 L/1995-Mastschweine 1995-2000. BAL Gumpenstein, A- Irdning.
- BARTUSSEK, H. (2001): Möglichkeiten zu geeigneter Beschäftigung von Schweinen. Gumpensteiner Bautagung 2001, „Stallbau - Stallklima - Verfahrenstechnik“. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A- Irdning.
- BARTUSSEK, H., HAUSLEITNER, A. (1988): Elektronische Abruffütterung und Einzeltiererkennung bei Mastschweinen in Gruppenhaltung. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1987, KTBL-Schrift; 323. Darmstadt. 198-213.
- BARTUSSEK, H., HAUSLEITNER, A., ZALUDIK, K. (1999): Schrägbodenbuchten in der Schweinemast: Die funktionssichere und kostengünstige Tierschutzalternative zum Vollspaltenboden. 4. internationale Tagung Bau, Technik, Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, München. 273-277.
- BEA, W. (2004): Vergleich zweier Mastschweinehaltungssysteme - Beurteilung der Tiergerechtigkeit. Dissertation, Hohenheim.

- BEA, W., HARTUNG, E., JUNGBLUTH, T., TROXLER, J. (2003): Spiel- und Erkundungsverhalten von Mastschweinen - Einfluss unterschiedlicher Haltungssysteme. Agrartechnische Forschung 9, *Heft 1* Münster. 1-6.
- BEATTIE, V.E., SNEDDON, I.A., WALKER, N., WEATHERUP, R. N. (2001): Environmental enrichment of intensive pig housing using spent mushroom compost. *Animal Science*, 72. 35-42.
- BEATTIE, V.E., WALKER, N., SNEDDON, I.A. (1995): Effects of Environmental Enrichment on Behaviour and Productivity of Growing Pigs. *Animal Welfare*, Vol. 4, 3. 207-220.
- BEATTIE, V.E., WALKER, N., SNEDDON, I.A. (1998): Preference Testing of Substrates by Growing Pigs. *Animal Welfare*, Vol. 7 (8), 1. 27-34
- BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING, U. (1983): Untersuchungen zur Methodik ethologischer Beobachtungen bei säugenden Sauen und Ferkeln. Dissertation. Bonn.
- BESSEI, W. (1973): Das Futteraufnahmeverhalten des Huhns unter besonderer Berücksichtigung der Korngrössenselektion. Dissertation. Hohenheim.
- BESSEI, W. (2006): Persönliche Mitteilungen. Graduiertenkurs der Nutztierökologie, Grub.
- BLACKSHAW, J. K., THOMAS, F.J., LEE, J.-A. (1997): The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. *Applied Animal Behaviour Science* 53. 203-212.
- BMVEL (2006): Stellung des Tierschutzes im Grundgesetz – Staatsziel Tierschutz. Hrsg. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. <http://www.verbraucherministerium.de>
- BÖHMER, M., HOY, S. (1994): Untersuchungen zum agonistischen Verhalten, zur Beschäftigung und zum Abliegeverhalten von Mastschweinen bei Haltung auf Tiefstreu mit mikrobiell enzymatischer Einstreubehandlung bzw. auf Vollspaltenboden. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1993, KTBL-Schrift; 361. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 264-273.
- BÖRGERMANN, B. (2005): Eigene Datenerhebung und Recherche zur Größe von Wühlstellen bei Wildschweinen, unveröffentlicht.
- BÖRGERMANN, B., KAUFMANN, O., FRIEDRICH, B. (2005): Sensorgestützte Analyse des Präferenzverhaltens von Schweinen - Aufbau und Struktur der Versuchsanlage und erste Ergebnisse. 7. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, Braunschweig. 73-78.
- BÖRGERMANN, B., RUS, M., KAUFMANN, O. (2007 a): Sensorgestützt erfasstes Präferenzverhalten von Schweinen bzgl. Fußboden und Beschäftigung. Zeitschrift LANDTECHNIK, Landwirtschaftsverlag, Münster, 4/2007. 228-229.
- BÖRGERMANN, B., KAUFMANN, O., FRIEDRICH, B. (2007 b): Potentials in animal identification for animal monitoring as a basis for securing animal welfare in pig husbandry. 3rd European Conference on Precision Livestock Farming, Skiathos, Greece. 245-251.
- BÖRGERMANN, B., RUS, M., KAUFMANN, O. (2007 c): Modellierung des Präferenzverhaltens von Mastschweinen gegenüber unterschiedlichen Fußböden. 8. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Bonn. im Druck.

- BOGNER, H., GRAUVOGL, A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BOLHUIS, J.E., SCHOUTEN, W.G.P., SCHRAMA, J.W., WIEGANT, V.M. (2005): Behavioural development of pigs with different coping characteristics in barren and substrate enriched housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 93. 213–228.
- BOLHUIS, J.E., SCHOUTEN, W.G.P., SCHRAMA, J.W., WIEGANT, V.M. (2006): Effects of rearing and housing environment on behaviour and performance of pigs with different coping characteristics. *Applied Animal Behaviour Science* 101. 68–85.
- BRACKE, M. B. M., HULSEGGE, B., KEELING, L., BLOKHUIS, H.J. (2004): Decision Support System with semantic model to assess the risk of tail biting in pigs, 2. “Validation”. *Applied Animal Behaviour Science* 87. 45-54.
- BRACKE, M. B. M., HOPSTER, H. (2006): Assessing the importance of natural behaviour for animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 19. 77–89.
- BRAUN, S., MARX, D. (1993): Verhalten von Schweinen während der Aufzucht und in der Mast in einem Haltungssystem mit Ruhekisten. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1992, KTBL-Schrift; 356*. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 190-202.
- BREMERMAN, B. (2003): Futteraufnahme wachsender Schweine - eine Literaturübersicht. Masterarbeit, Göttingen.
- BREMERMAN, N. (2002): Bewertung von Verfahren alternativer Schweinehaltung. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Berlin.
- BRITTON, M., RODEN, J.A., MACPHERSON, O., WILCOX, G., ENGLISH, P.R. (1993): A comparison of a straw-based and slatted floor housing system for the weaned pig. *Proceedings of the British Society of Animal Production, Winter Meeting, London, UK*. In: TUYTTENS, F. A. M. (2005): The importance of straw for pig and cattle welfare: A review. *Applied Animal Behaviour Science* 92. 261–282.
- BROCK, H.-J. (2002): Neue Lösungen zur Haltung und Beschäftigungsmöglichkeiten für Schweine in Dänemark. *Sächsischer Schweinetag, 30.10. 2002*. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Grotzsch.
- BRUCE, J.M. (1990): Straw-Flow: a high welfare system for pigs. *Farm Building Progress*, 102. 9-13.
- BUCHENAUER, D. (1998): Biologische Grundlagen des Verhaltens. In: *Beurteilung der Tiergerechtigkeit, KTBL-Schrift; 377*. Landwirtschaftsverlag, Münster. 12-30.
- BUCHHOLTZ, C. (1993): Das Handlungsbereitschaftsmodell - ein Konzept zur Beurteilung und Bewertung von Verhaltensstörungen. In: MARTIN, G. (Ed.): *Leiden und Verhaltensstörungen bei Tieren*. Tierhaltung, Band 23. Birkhäuser, Basel. 93-109.
- BUCHHOLTZ, C., MARTIN, G. (1998): Erhebliches Leiden bei Tieren. Workshop der IGN zum Thema »Leiden«, 30.01.-1.02.1998. Marburg.
- BUSCH, R.J. (2006): Ethik in der Tierhaltung. *LfL-Schriftenreihe 15-2006*, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weihenstephan. 9-16.
- CHALOUPKOVA, H., ILLMANN, G., BARTOS, L., SPINKA, M. (2007): The effect of pre-weaning housing on the play and agonistic behaviour of domestic pigs. *Applied*

- Animal Behaviour Science 103. 25–34.
- COSTA, A., MENTASTI, T., GUARINO, M., LEROY, T., BERCKMANS, D. (2007): Real time monitoring of pig activity: practical difficulties in pig's behaviour labelling. 3rd European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF), Skiathos, Greece. 299-307.
- DAY, J.E.L., BURFOOT, A., DOCKING, C.M., WHITTAKER, X., SPOOLDER, H.A.M., EDWARDS, S.A. (2001): The effects of prior experience of straw and the level of straw provision on the behaviour of growing pigs. Applied Animal Behaviour Science 76. 189–202.
- DAWKINS, M. S. (1990): From an Animal's Point of View: Motivation, Fitness, and Animal Welfare. Behavior and Brain Science 13. 1–61.
- DE AZEVEDO, C.S., CIPRESTE, C.F., YOUNG, R.J. (2007): Environmental enrichment: A GAP analysis. Applied Animal Behaviour Science 102, 3-4. 329-343.
- DORMANN, C.F., KÜHN, I. (2004): Angewandte Statistik für die biologischen Wissenschaften. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, 22. Juli 2004. <http://www.ufz.de/data/Dormann2004Statsskript1625.pdf>
- DUDINK, S., SIMONSE, H., MARKS, I., DE JONGE, F.H., SPRUIJT, B.M. (2006): Announcing the arrival of enrichment increases play behaviour and reduces weaning-stress-induced behaviours of piglets directly after weaning. Applied Animal Behaviour Science 101. 86–101.
- DURRELL, J.L., SNEDDON, I.A., O'CONNEMMN.E., WHITEHEAD, H. (2004): Do pigs form preferential associations?. Applied Animal Behaviour Science 89. 41–52.
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1999): Grundriss der vergleichenden Verhaltensforschung. 8. Aufl., Piper, München.
- EKKEL, E.D., SPOOLDER, H.A.M., HULSEGG, I., HOPSTER, H. (2003): Lying characteristics as determinants for space requirements in pigs. Applied Animal Behaviour Science 80. 19–30.
- ELKMANN, A., HOY, S. (2003 a): Ethologische Untersuchung zu Häufigkeit und Dauer der Beschäftigung bei Mastschweinen. In: Vortragstagung der DGfZ und der GfT am 17./18.09.2003 in Göttingen, Kapitel: C26, Göttingen.
- ELKMANN, A., ZIRON, M., HOY, S. (2003 b): Womit spielen Schweine am liebsten?. Zeitschrift top agrar 2/2003. S12-S15.
- ELKMANN, A., HOY, S. (2007): Auch ältere Schweine spielen gern. Zeitschrift Schweinezucht und Schweinemast, Landwirtschaftsverlag, Münster, SUS 2/2007. 56-59.
- ERNST, E. (1995): Die Bedeutung von Stroh für die Haltung von Mastschweinen. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Nr. 480. 17-24.
- FASSNACHT, G. (1979): Systematische Verhaltensbeobachtung: eine Einführung in die Methodologie und Praxis. München, Basel, UTB 889.
- FBN (2005): Persönliche Mitteilungen zur Experimentalanlage Schwein (EAS). Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) Dummerstorf. <http://www.fbn-dummerstorf.de/>
- FESKE, I., HESSE, A., HESSE, D. (2004): Welche Bodenstruktur und Lufttemperatur

- bevorzugen Mastschweine?. Zeitschrift LANDTECHNIK, Landwirtschaftsverlag, Münster, 1/2004. 46-47.
- FORNER, E. (2001): Entwicklung von Verhaltensmerkmalen bei Saugferkeln der Rassen Deutsches Edelschwein, Piétrain und deren Kreuzung in verschiedenen Aufstallungssystemen. Dissertation. Hannover.
- FORREST, T. G., SUTER, R. B. (1994): The discrete Fourier transform (DFT) in behavioural analysis. *Journal of Theoretical Biology* 166(4). 419-429.
- FRASER, A. F., BROOM, D. M. (1990): Farm animal behaviour and welfare. Verlag Baillière Tindall, London.
- FRASER, D., PHILLIPS, P.A., THOMPSON, B.K., TENNESSEN, T. (1991): Effect of straw on the behaviour of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 30. 307-318.
- GALEBREAKER: GBR Industries Limited (UK Mainland), Building 10, Vantage Point Business Park, Mitcheldean, Gloucestershire, GL17 0SN
<http://www.galebreaker.com/animalwelfare/animalwelfaregr.html>
- GIFFORD, A.K., CLOUTIER, S., NEWBURY, R.C. (2006): Objects as enrichment: Effects of object exposure time and delay interval on object recognition memory of the domestic pig. *Applied Animal Behaviour Science* (2006), doi:10.1016/j.applanim.2006.10.019
- GÖTZ, M.W. (1986): Bioklimatische Bedeutung hoher Umgebungstemperaturen und künstlicher Evaporationskühlung für die tieradäquate Dimensionierung von Mastschweinebuchten. Dissertation. ETH 7989, Juris Verlag, Zürich.
- GÖTZ, M., MINONZIO, G., HUBER-HANKE, R., STEINER, TH. (1991): Mastschweine auf Teilspaltenboden. Schriftenreihe Nr. 34, FAT Tänikon.
- GONYOU, H.W. (1998): Eating behaviour in pigs. Consult American Soybean Association. Japan Seminar Series.
- GONYOU, H. W., LOU, Z. (2000): Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *Journal of Animal Science* 78. 865–870.
- GRAUVOGL, A. (1985): Angewandte Verhaltenskunde der Nutztiere. Zeitschrift LANDTECHNIK, Landwirtschaftsverlag, Münster, 10. 436-440.
- GRAUVOGL, A. (1997): Artgemäße und rentable Nutztierhaltung. BLV Verlagsgesellschaft mbh, München. 83-122.
- GURTNER, E. (1990): Abruffütterung in der Schweinemast – Einfluss auf Verhalten und Leistung der Tiere. Diplomarbeit, BOKU Wien, Veröffentlichungen Heft 12, BAL Gumpenstein, Irndning.
- GUY, J.H., ROWLINSON, P., CHADWICK, J.P., ELLIS, M. (2002): Behaviour of two genotypes of growing–finishingpig in three different housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* 75. 193–206.
- HARMS, J.H. (2005): Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). LfL - Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. 2005,2. 27-31.
- HARTUNG, E. (2001): Konzept, Realisierung und Evaluierung einer Versuchseinrichtung zur Entwicklung und differenzierten Beurteilung von Haltungssystemen für Mastschweine. Habilschrift, VDI-MEG 392, Stuttgart.

- HARTUNG, E., BEA, W., JUNGBLUTH, T., TROXLER, J. (2005): Beurteilung der Tiergerechtigkeit zweier Mastschweinehaltungssysteme. 7. Internationale Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, Braunschweig. KTBL, Darmstadt.
- HASSENSTEIN, B. (1980): Instinkt, Lernen, Spielen, Einsicht – Einführung in die Verhaltensbiologie. Piper 193, München.
- HEIßENHUBER, A., PAHL, H., SCHÖNBERGER, W. (2002): Ökonomische Konsequenzen einer gesellschaftlich akzeptierten Tierhaltung. Neue Wege in der Tierhaltung, KTBL-Schrift; 408. KTBL, Darmstadt. 7-24.
- HEIZMANN, V., HAUSER, C., MANN, M. (1988): Zum Erkundungs- und Spielverhalten juveniler Hausschweine in der Stallhaltung. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1987, KTBL-Schrift; 323. Darmstadt. 243-265.
- HEMSWORTH, P.H.(2003): Human-animal interactions in livestock production. Applied Animal Behaviour Science, 81(3). 185-198.
- HESSE, D., KUKOSCHKE, B., SCHLICHTING, M.C. (1993): Verhalten von Mastschweinen in drei unterschiedlichen Einstreuhaltungsverfahren. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1992, KTBL-Schrift; 356. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 177- 189.
- HESSE, D., ZERBE, F., MANNEBECK, H., HOLSTE, D. (1997): Weiterentwicklung von Mastschweinehaltungsverfahren mit und ohne Einstreu, im Hinblick auf Tier und Umweltschutz. 3. internationale Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. KTBL, Kiel. 130-137.
- HESSE, D. (2002): Neue Wege in der konventionellen Schweinehaltung. In: Neue Wege in der Tierhaltung, KTBL-Schrift; 408. KTBL, Darmstadt. 33-43.
- HESSING, M.J.C., HAGELSO, A.M., VAN BEEK, J.A.M., WIEPKEMA, P.R., SCHOUTEN, W.G.P., KRUKOW, R. (1993): Individual behavioural characteristics in pigs. Applied Animal Behaviour Science, 37. 285-295.
- HILL, J. D., MCGLONE, J. J., FULLWOOD, S.D., MILLER, M.F. (1998): Environmental enrichment influences on pig behavior, performance and meat quality. Applied Animal Behaviour Science 57(1-2). 51-68.
- HÖRNING, B. (1993): Artgemäße Schweinehaltung. Stiftung Ökologie und Landbau, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.
- HORSTMAYER, A., VALLBRACHT, A. (1990): Artgerechte Schweinehaltung- ein Modell. Tierhaltung, Band 20. Birkhäuser, Berlin.
- HOY, S., SCHWARZ, P. (2002): Bemessung der Stallgrundfläche. In: Praxisgerechte Mastschweinehaltung, BFL-Spezial, Bauförderung Landwirtschaft e.V. - BFL, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 51-55.
- HUYNH, T. T. T., AARNINK, A. J. A., GERRITS, W.J.J., HEETKAMP, M.J.H., CANH, T.T., SPOOLDER, H.A.M., KEMP, B., VERSTEGEN, M.W.A. (2005): Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. Applied Animal Behaviour Science 91(1-2). 1-16.
- INGOLD, U., KUNZ, P. (1997): Freilandhaltung von Mastschweinen. Schweizerische Ingenieurschule für Landwirtschaft, Zollikofen, Landw. Beratungsstelle Lindau.
- INSENTEC B.V.: Repelweg 10, 8316 PV Marknesse, Nederland. <http://www.insentec.nl>

- ISN (2003): Pffiffiges Spielzeug für Schweine. ISN (Interessengemeinschaft der Schweinehalter), Zeitschrift Schweinezucht und Schweinemast, Landwirtschaftsverlag, Münster, *SUS* 4/2003. 44.
- JACKISCH, T., HESSE, D., SCHLICHTING, M.C. (1996): Raumstrukturbezug des Verhaltens von Mastschweinen in Haltungsverfahren mit und ohne Stroh. *KTBL-Schrift*; 273. Darmstadt. 137-147.
- JAHNS, G. (2006): Automatischer Ruferkennung für landwirtschaftliche Nutztiere – Tierstimmerkennung. *Landbauforschung Völkenrode*, 1/2006 (56). 31-37.
- JENSEN, P., TOATES, F. M. (1993): Who needs 'behavioural needs'? Motivational aspects of the needs of animals. *Applied Animal Behaviour Science* 37(2). 161-181.
- JENSEN, M.B., PEDERSEN, L.J. (2006): The value assigned to six different rooting materials by growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* (2006), doi:10.1016/j.applanim.2006.10.014.
- JENSEN, M. B., PEDERSEN, L. J., LADEWIG, J. (2004): The use of demand functions to assess behavioural priorities in farm animals. *Animal Welfare* 13 (SUPPL.).
- JUNGBLUTH, T., BÜSCHER, W., KRAUSE, M. (2005): *Technik Tierhaltung*. Ulmer, Stuttgart, UTB 2641.
- KAPPELER, P. M. (2006): *Verhaltensbiologie*. Springer, Berlin.
- KIRCHGEßNER, M. (1997): *Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis*. 10. Auflage, Verlags Union Agrar, München.
- KLINDTWORTH, K., SPIEßL-ROITH, E., WENDL, G., KLINDTWORTH, M. (2004): Einsatz von Injektaten bei Schweinen. *Zeitschrift LANDTECHNIK*, Landwirtschaftsverlag, Münster, 1/2004, 59. 44-45.
- KNIERIM, U. (1998): Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit.. In: *Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen*, *KTBL-Schrift*; 377. KTBL, Darmstadt. 40-50.
- KRESS, B., ROSS, A., VAN DEN WEGHE, H., STEFFENS, G. (1999): Stroh als Beschäftigungsmaterial in der einstreulosen Schweinemast unter besonderer Berücksichtigung des Tierverhaltens. 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, München. 279-283.
- KRETSCHMER, M., LADEWIG, J. (1993): Zur quantitativen Messung der Nachfrage nach Umweltfaktoren beim Schwein mit Hilfe der operanten Konditionierung. *KTBL-Schrift*; 356. KTBL, Darmstadt. 127-140.
- KRÖTZL, H., SCIARRA, C., TROXLER, J. (1994): Der Einfluss von Rauhfutterautomaten, Strohraufen und Nagebalken auf das Verhalten von Mastschweinen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1993*, *KTBL-Schrift*; 361. KTBL, Darmstadt. 181-191.
- KTBL (2006): *Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren*. *KTBL-Schrift*; 446. KTBL, Darmstadt. 146, 153.
- LEWIS, N. J. (1999): Frustration of goal-directed behaviour in swine. *Applied Animal Behaviour Science* 64(1). 19-29.
- LI, Y. Z., CHENARD, L. LEMAY, S.P., GONYOU, H. W. (2005): Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 83(6). 1413-1422.

- LORENZ, K. (1984): Vergleichende Verhaltensforschung, Grundlagen der Ethologie. dtv-Verlag, München.
- LORZ, A. (1973): Tierschutzgesetz. Kommentar, Verlag C.H. Beck, München.
- LOZÁN, J. L., KAUSCH, H. (1998): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. Pareys Studentexte 74. 2. Aufl., Parey, Berlin.
- MADSEN, T. N., KRISTENSEN, A. R. (2005): A model for monitoring the condition of young pigs by their drinking behaviour. *Computers and Electronics in Agriculture* 48(2). 138-154.
- MAFF (1999): Codes of Recommendations for the Welfare of Livestock: Pigs. Farm Animal Welfare Council, Booklet No.: PB 0075. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, UK.
- MANGOLD (2007): Software Interact. <http://www.mangold.de/INTERACT.11.0.html?&L=1>
- MANTEUFFEL, G. ERNST, K., PUPPE, B., SCHÖN, P.C. (2005): Eine neue Technik für den aktiven Futtererwerb bei der Intensivhaltung von Schweinen. 7. Tagung Bau, Technik, Umwelt in der Landwirtschaft. KTBL, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 199-204.
- MANTEUFFEL, G., PUPPE, B., SCHÖN, P.C. (2004): Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 88(1-2). 163-182.
- MAROSKE, U., HESSE, D., SCHWARZ, H.-P. (1997): Vergleich neuer und konventioneller Technik für die Mastschweinefütterung. 3. internationale Tagung „Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung“. Kiel. 138-146.
- MARTIN, G. (1985): Tiergerechte Hühnerhaltung: Erkenntnisgewinn und Beurteilung der Ergebnisse. In: VON LOEPER, E. et al.: Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht. Tierhaltung, Band 15. Birkhäuser, Basel. 49-80.
- MARTYS, M. (1986): Komfortverhalten beim europäischen Wildschwein *Sus scrofa* L. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 51. 104-114.
- MARX, G., LEPELT, J., HORN, T., VON BORELL, E. (2000): Ausdruck von Belastungen in den Lautäußerungen von Tieren. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999, KTBL-Schrift; 391. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 57-64.
- MATTHEWS, L. R., LADEWIG, J. (1994): Environmental requirements of pigs measured by behavioural demand functions. *Animal Behaviour* 47(3). 713-719.
- MEEHAN, C.L., MENCH, J.A. (2007): The challenge of challenge: Can problem solving opportunities enhance animal welfare?. *Applied Animal Behaviour Science* 102. 246-261.
- MEYER, E. (2005): Gruppenhaltung auf teilgeschlossenen Böden. *Zeitschrift Neue Landwirtschaft*, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Heft 3. 54-57.
- MEYER, E. (2007 a): Spielgeräte: Gesetzliche Vorgaben ernst nehmen!. *Zeitschrift Schweinezucht und Schweinemast*, Landwirtschaftsverlag, Münster, *SUS* 2/2007. 58-59.
- MEYER, E. (2007 b): Viel Licht belastet die Schweine. *Zeitschrift Schweinezucht und Schweinemast*, Landwirtschaftsverlag, Münster, *SUS* 3/2007. 28-31.
- MOLLET, P., WECHSLER, B. (1991): Auslösende Reize für das Koten und Harnen bei

- Hausschweinen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1990, KTBL-Schrift; 344. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 150-161.
- MÜLLER, J. (1985): Tierschutzbestimmungen für die Schweinehaltung. In: VON LOEPER, E. et al.: Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht. Tierhaltung, Band 15. Birkhäuser, Basel. 81 – 146.
- NÄÄS, I. (2002): Applications of Mechatronics to Animal Production. Agricultural Engineering. International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper, Vol. IV.
- NOLDUS (2007): Software The Observer. <http://www.noldus.com/site/doc200401012>
- O'CONNELL, N. E., BEATTIE V. E. (1999): Influence of environmental enrichment on aggressive behaviour and dominance relationships in growing pigs. *Animal Welfare* 8(3). 269-279.
- OLSEN, A. W. (2001): Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs I. Effect of access to roughage and shelter on oral activities. *Livestock Production Science* 69(3). 255-264.
- PANDORFI, H., SILVA, I. da (2005): Evaluation of the Behavior of Piglets in Different Heating Systems using Analysis of Image and Electronic Identification. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Vol. VII. *Manuscript BC 03 021*.
- PEDERSEN, L.J., HOLM, L., JENSEN, M.B., JØRGENSEN, E. (2005): The strength of pigs' preferences for different rooting materials measured using concurrent schedules of reinforcement. *Applied Animal Behaviour Science* 94. 31–48.
- PETERSEN, V., SIMONSEN, H. B., LAWSON, L.G. (1995): The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 45(3-4). 215-224.
- PFLANZ, W., BECK, J. JUNGBLUTH, T., TROXLER, J., SCHRADER, H. (2005): Ethologische Beurteilung innovativer Schweinemastverfahren im Rahmen einer Feldstudie. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2004, KTBL-Schrift; 437. KTBL, Darmstadt. 16-23.
- PUPPE, B. (2003): Stressbewältigung und Wohlbefinden - verhaltensphysiologische Ansatzpunkte einer Gesundheitssicherung bei Tieren. *Arch. Tierz., Dummerstorf*. 46, Sonderheft. 52-56.
- RASMUSSEN, D.K., SCHRADER, L., WEBER, R., WECHSLER, B. (2005): Gewichtsabhängige Verhaltensstrategien bei Mastschweinen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2004, KTBL-Schrift; 437. KTBL, Darmstadt. 9-15.
- REITER, K. (1993): Untersuchungen des Futteraufnahme- und Wasseraufnahmeverhaltens als Grundlage der Trog- und Tränkegestaltung bei Enten. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1992*, KTBL-Schrift; 356. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 213-224.
- REITER, K., TUTSCH, S., KOßMANN, A. (2006): Tiergerechtigkeit der Haltungssysteme. In: Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren. LfL-Schriftenreihe 15-2006, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weihenstephan. 37-80.
- RIST, M. (1981): Bewertungsvorschläge für tiergerechte Nutztierhaltungssysteme aufgrund veterinärmedizinischer, physiologischer und ethologischer Parameter. In: *Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1980*, KTBL-Schrift; 264. KTBL, Darmstadt. 231-234.

- ROTH, E., MEYER, C. (2002): Komfort- und Erkundungsverhalten für Mastschweine verbessern. In: Praxisgerechte Mastschweinehaltung, BFL-Spezial, Bauförderung Landwirtschaft e.V. (BFL). Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 62-65.
- RUDOVSKY, A., HOPPENBROCK, K.H., HESSE, D. (2002): Anforderungen an Stallfußböden. In: Praxisgerechte Mastschweinehaltung. BFL-Spezial, Bauförderung Landwirtschaft e.V. (BFL). Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 56-61.
- RUS, M., BÖRGERMANN, B., KAUFMANN, O. (2007): System for collection of behavioural characteristics of pigs– Preferences for different flooring systems. E-Journal Animal Welfare, Ethology and Housing Systems, Vol III. *Issue 1*.
- RUTHERFORD, K. M. D., HASKELL, M. J., GLASBEY, C., JONES, R.B., LAWRENCE, A.B. (2004): Fractal analysis of animal behaviour as an indicator of animal welfare. *Animal Welfare 13(SUPPL.)*.
- SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. 10. Auflage. Springer, Berlin.
- SAMBRAUS, H. H. (1978): Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis. Verlag Paul Parey, Berlin/Hamburg. 168-213.
- SAMBRAUS, H.H. (1981): Suhlen von Sauen als essentielle Verhaltensweise. In: Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1980, KTBL-Schrift; 264. KTBL, Darmstadt. 129-133.
- SAMBRAUS, H. H. (1982): Ethologische Grundlagen einer tiergerechten Nutztierhaltung. In: FÖLSCH, D.W., NABHOLZ, A. (Hrsg.): Ethologische Aussagen zur artgerechten Nutztierhaltung. Tierhaltung, Band 13. Birkhäuser, Basel. 23-41.
- SAMBRAUS, H.H. (1990): Ökologische Tierhaltung: Theoretische und praktische Grundlagen für die biologische Landwirtschaft. In: BOEHNCKE, E. (Hrsg.): Alternative Konzepte. 3. Aufl., 53. C. F. Müller, Karlsruhe.
- SAMBRAUS, H.H. (1991): Nutztierkunde. Ulmer, Stuttgart. 258-290.
- SAMBRAUS, H.H. (1997): Normalverhalten und Verhaltensstörung. In: SAMBRAUS, H.H. und A. STEIGER (Hrsg.): Das Buch vom Tierschutz. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 57-69.
- SCHEIBE, K.M. (1987): Nutztierverhalten, Rind, Schwein, Schaf. Tierärztliche Praxis. 2. überarb. Auflage. Fischer Verlag, Jena.
- SCHEIBE, K. M., SCHLEUSNER, T., BERGER, A., EICHHORN, K., LANGBEIN, J., DAL ZOTTO, L., STREICH, W.J. (1998): ETHOSYS (R) - New system for recording and analysis of behaviour of free-ranging domestic animals and wildlife. *Applied Animal Behaviour Science 55(3-4)*. 195-211.
- SCHLICHTING, M.C., SMIDT, D. (1989): Subkriterium „Tierverhalten“. In: Haltungssysteme Mastschweine, KTBL-Schrift; 335. KTBL, Darmstadt. 71-82.
- SCHMITZ, S. (1994): Erfassung von Befindlichkeiten und gestörtem Verhalten bei Tieren. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1994, KTBL-Schrift; 370. KTBL, Darmstadt. 40-51.
- SCHÖN, H., HAIDN, B., WENDL, G. (2003): Technische Innovationen in der Nutztierhaltung zur Verbesserung des Tier- und Verbraucherschutzes. *Arch. Tierzucht, Sonderheft, Dummerstorf, 46*. 32-42.
- SILBY R.M., NOTT, H. M.R., FLETCHER, D.J. (1990): Splitting behaviour into bouts.

- Animal Behaviour 39. 63-69.
- SIMANTKE, C. (2000): Ökologische Schweinehaltung - Haltungssysteme und Baulösungen. SÖL-Verlag, Mainz.
- SPIESSL-MAYR, E., WENDL, G., ZÄHNER, M. (2005): Einsatz der elektronischen Kennzeichnung (RFID-Technologie) für die Verbesserung der Rückverfolgbarkeit von Schweinen. 7. Tagung Bau, Technik, Umwelt in der Landwirtschaft. KTBL, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 325-330.
- SPINKA, M., DUNCAN, I. J.H., WIDOWSKI, T. M. (1998): Do domestic pigs prefer short-term to medium-term confinement. *Applied Animal Behaviour Science* 58. 221–232.
- SPOOLDER, H. A. M., BURBIDGE, J. A., LAWRENCE, A.B., SIMMINS, P. H., EDWARDS, S. A. (1996): Individual behavioural differences in pigs: Intra-and inter-test consistency. *Applied Animal Behaviour Science* 49(2). 185-198.
- STOLBA, A. (1984): Verhaltensmuster von Hausschweinen in einem Freigehege. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1983, KTBL-Schrift; 299. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 106-116.
- STOLBA, A., WOOD-GUSH, D. G. M. (1981): Verhaltensgliederung und Reaktion auf Neureize als ethologische Kriterien zur Beurteilung von Haltungsbedingungen bei Hausschweinen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1980, KTBL-Schrift; 264. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 110-128.
- STUBBE, A., (2000): Entwicklung und Beurteilung einer Beschäftigungstechnik für Mastschweine in intensiven Haltungssystemen. Dissertation, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim.
- STUDNITZ, M., JENSEN, K.H. (2002): Expression of rooting motivation in gilts following different lengths of deprivation. *Applied Animal Behaviour Science* 76. 203-213.
- STUDNITZ, M., JENSEN, M.B., PEDERSEN, L.J. (2006): Why do pigs root and in what will they root?. *Applied Animal Behaviour Science*, (2006), doi:10.1016/j.applanim.2006.11.013.
- TEMBROCK, G. (1967): Grundlagen der Tierpsychologie. 2. Aufl.. Akad.-Verl., Berlin.
- TEUTSCH, G.M. (1985): Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer Sicht. In: VON LOEPER, E. et al.: Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht. Tierhaltung, Band 15. 2. überarb. Auflage. Birkhäuser, Basel. 9-40.
- TE VELDE, H., AARTS, N., VAN WOERKUM, C. (2002): Dealing with ambivalence: farmers and consumers' perception of animal welfare in livestock breeding. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 15. 203–219.
- TierSchNutzV (2006): Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV). Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. In der Fassung der Bekanntmachung vom 22.08.2006 (BGBl. I S. 2043), geändert durch die Verordnung vom 30. November 2006 (BGBl. I S. 2759).
- TILGER, M. (2005): Biologische Rhythmen bei Nutztieren: Eine Literaturstudie. Dissertation, LMU München.
- TILLET, R. D., ONYANGO, C. M., MARCHANT, J.A. (1997): Using model-based image processing to track animal movements. *Computers and Electronics in Agriculture* 17(2). 249-261.

- TOLKAMP, B. J., ALLCROFT, D. J., AUSTIN, E.J, NIELSEN, B.L, KYRIAZAKIS I. (1998): Satiety Splits Feeding Behaviour into Bouts. *Journal of Theoretical Biology* 194(2). 235-250.
- TOLKAMP, B. J., KYRIAZAKIS, I. (1999): To split behaviour into bouts, log-transform the intervals. *Animal Behaviour* 57(4). 807-817.
- TROXLER, J. (1998): Prüfung von Aufstallungssystemen und Stalleinrichtungen. In: Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen, KTBL-Schrift; 377. KTBL, Darmstadt. 51-54.
- TROXLER, J., STEIGER, A. (1982): Indikatoren für nicht tiergerechte Haltungsformen in der Schweinehaltung, KTBL-Schrift; 281. KTBL, Darmstadt. 150-154.
- TROXLER, J., WEBER, R. (1989): Anwendung ethologischer Erkenntnisse bei der Prüfung von Stalleinrichtungen für Schweine. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1988, KTBL-Schrift; 336. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 142–149.
- TSCHANZ, B. (1985): Ethologie und Tierschutz. In: VON LOEPER, E. et al.: Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht. Tierhaltung, Band 15. 2. überarb. Auflage. Birkhäuser, Basel. 41-48.
- TSCHANZ, B (1997): Befindlichkeiten von Tieren – ein Ansatz zu ihrer wissenschaftlichen Beurteilung. *Tierärztliche Umschau* 52. 15-22.
- TUYTTENS, F. A. M. (2005): The importance of straw for pig and cattle welfare: A review. *Applied Animal Behaviour Science* 92. 261–282.
- VAN DE WEERD, H.A., DOCKING, C.M., DAY, J.E.L., AVERY, P.J., EDWARDS, S.A. (2003): A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 84. 101–118.
- VAN DE WEERD, H.A., DOCKING, C.M., DAY, J.E.L., BREUER, K., EDWARDS, S.A. (2006): Effects of species-relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 99. 230–247.
- VAN ERP – VAN DER KOOIJ, E., KUIJPERS, A. H., VAN EERDENBURG, F.J.C.M., TIELEN, M.J.M. (2003): Coping characteristics and performance in fattening pigs. *Livestock Production Science* 84(1). 31-38.
- VAN PUTTEN, G. (1978): Schwein. In: SAMBRAUS, H.H., Nutztierethologie - Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Parey, Berlin. 168-213.
- VAN PUTTEN, G. (1982): Zum Messen von Wohlbefinden bei Nutztieren. In: FÖLSCH, D.W., NABHOLZ, A. (Hrsg.): Ethologische Aussagen zur artgerechten Nutztierhaltung. Tierhaltung, Band 13. Birkhäuser, Basel. 78-95.
- VAN PUTTEN, G., ELSHOF, W.J. (1984): Der Einfluss von drei Lichtniveaus auf das Verhalten von Mastschweinen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1983, KTBL-Schrift; 299. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 197-216.
- VAN ROOIJEN, J. (1981): Wahlversuche, eine ethologische Methode zum Sammeln von Messwerten um Haltungseinflüsse zu erfassen und zu beurteilen. In: Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1980, KTBL-Schrift; 264. KTBL, Darmstadt. 165-185.
- VON BORELL E., BOCKISCH, F.-J., BUSCHER, W., HOY, S., KRIETER, J., MÜLLER, C., PARVIZI, N., RICHTER, T., RUDOVSKY, A., SUNDRUM, A., VAN DEN WEGHE, H. (2001): Critical control points for on-farm assessment of pig housing. *Livestock Production Science*, Vol.72, No. 1 (8). 177-184.

- VON BORELL, E., SCHÄFFER, D. (2002 a): Tiergerechtheit von Haltungsverfahren für Schweine. Sächsischer Schweinetag, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Grotzsch.
- VON BORELL, E., SCHÄFFER, D., HÖVER, K., KIRSCHSTEIN, T. (2002 b): Beurteilung der Tiergerechtheit von Schweinehaltungssystemen in Betrieben mit unterschiedlichen Produktionsstufen und Bestandsgrößen anhand des Konzepts der Kritischen Kontrollpunkte. Landwirtschaftliche Rentenbank, Schriftenreihe Edmund Rehwinkel-Stiftung, Band 17 Artgerechte Tierhaltung in der modernen Landwirtschaft - Diskussion neuer Erkenntnisse. 104-130.
- VIT (2007): Berichte aus Verden 2006. Arbeitskreis Betriebszweigauswertung Schwein Niedersachsen (ABSN), Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (VIT). Verden.
- VON ZERBONI, H.N., GRAUVOGL, A. (1984): Schwein. In: BOGNER, H., GRAUVOGL, A.: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Ulmer, Stuttgart. 246-283.
- WEBER, R. (2003): Wohlbefinden von Mastschweinen in verschiedenen Haltungssystemen unter besonderer Berücksichtigung ethologischer Merkmale. Dissertation, Stuttgart.
- WEBER, R., IBSCHER, A., STAUFFACHER, M. (2002): Aggressionsverhalten und tageszeitliche Verteilung der Futteraufnahme von Zuchtsauen am Breinuckel. KTBL-Schrift; 407. 28-35.
- WECHSLER, B. (1997): Schwein. In: SAMBRAUS, H.H. u. STEIGER, A.: Das Buch vom Tierschutz. Enke Verlag, Stuttgart. 173-185.
- WECHSLER, B. (2000): Ethologische Methoden – Wege zum Tier. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999, KTBL-Schrift; 391. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 9-15.
- WECHSLER, B., SCHMID, H., MOSER, H. (1991): Das Verhalten von Hausschweinen in einem Freigehege, Der Stolba-Familienstall für Hausschweine. Birkhäuser, Basel. 9-20.
- WELLOCK, I. J., EMMANS, G. C., KYRIAZAKIS, I. (2003): Predicting the consequences of social stressors on pig food intake and performance. *Journal of Animal Science*. 81(12). 2995-3007.
- WEMELSFELDER, F., HUNTER, T. E. A., MENDEL, M. T., LAWRENCE, A. B. (2001): Assessing the 'Whole Animal': A Free Choice Profiling Approach. *Animal Behavior* 62. 209–220.
- WIEPKEMA, P.R. (1981): Ein biologisches Modell von Verhaltenssystemen. In: Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1980, KTBL-Schrift; 264. KTBL, Darmstadt. 15-23.
- WIEPKEMA, P. R. (1987): Behavioural Aspects of Stress. In: P. R. Wiepkema and P. W. M. van Adrichem (eds.). *Biology of Stress in Farm Animals: An Integrative Approach*. Dordrecht: Martinus Nijhoff. 113–133.
- WOLFGANG, B., HARTUNG, E., JUNGBLUTH, T., TROXLER, J. (2003): Spiel- und Erkundungsverhalten von Mastschweinen. Zeitschrift LANDTECHNIK, Landwirtschaftsverlag, Münster, 1/2003. 40-41.
- YOUNG, R.J., CARRUTHERS, J., LAWRENCE, A.B. (1994): The effect of a foraging device (The 'Edinburgh Foodball') on the behaviour of pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 39. 237-247.

- ZALUDIK, K. (1997): Untersuchungen zum Schrägbodensystem für Mastschweine. Diplomarbeit, BOKU Wien.
- ZALUDIK, K. (2002): Bewertung praxisüblicher Mastschweinehaltungen in Nordrhein-Westfalen hinsichtlich der Tiergerechtigkeit. Dissertation, Stuttgart.
- ZONDERLAND, J., VERMEER, H., VEREIJKEN, P., SPOOLDER, H. (2003): Measuring a Pig's Preference for Suspended Toys by Using an Automated Recording Technique. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript BC 01.*

Anhang

Anhang 1: Anzahl der Schweine zu verschiedenen Versuchsabschnitten in den Versuchen 1 und 2

	Versuch 1			Versuch 2		
	Datum	Versuchstag (d)	Tiere (n)	Datum	Versuchstag (d)	Tiere (n)
Einstallen	26.05.04	-3	22	29.03.05	-6	22
Versuchsbeginn	29.05.04	0	22	04.04.05	0	22
1. Schlachtung	17.08.04	80	21	27.06.05	84	22
Versuchsende	31.08.04	94	16	04.07.05	91	11
letzte Schlachtung	13.09.04	107	7	19.07.05	106	6

Anhang 2: Profil der eingesetzten Rassen

	Exterieur	Leistungsmerkmale
Deutsches Edelschwein (DE)	<ul style="list-style-type: none"> - reinweiß in Haut- und Haarfarbe - großrahmig, wachstumsintensiv - ausreichende Körperlänge, rumpfig, gute Bemuskelung, feste Oberlinie - gleichmäßiges 7/7 Gesäuge - ausdrucksvoller, leicht gesattelter Kopf - mittelgroße Stehohren - stabiles, kräftiges Fundament 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe und stabile Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen - wachstumsintensiv bis zu Mastendgewichten von 120 - 125 kg - sehr gute Futterverwertung - gute Schlachtkörperqualität - guter Fleischbeschaffenheit, - gute Belastbarkeit, Stressresistenz, langlebig
Duroc (DU)	<ul style="list-style-type: none"> - dunkel in der Haut mit starkem rotbuntem Haarkleid - großrahmig, wachstumsintensiv, robust - gute Körperlänge, tief angesetzte Bemuskelung, breite Deckelung, feste Oberlinie - gleichmäßiges 7/7 Gesäuge - ausdrucksvoller, leicht gesattelter Kopf - mittelgroße Hängeohren - kräftiges und stabiles Fundament 	<ul style="list-style-type: none"> - gute und stabile Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen; - wachstumsintensiv bis zu Mastendgewichten von 115 - 125 kg - gute Futterverwertung - sehr guter Schlachtkörperqualität - sehr gute Fleischbeschaffenheit - hohe Belastbarkeit, Stressresistenz - langlebig
Deutsche Landrasse (DL)	<ul style="list-style-type: none"> - reinweiß in Haut- und Haarfarbe - rahmig, wachstumsintensiv - sehr gute Körperlänge, betonte Bemuskelung, feste Oberlinie - gleichmäßiges 7/7 Gesäuge - ausdrucksvoller leicht gesattelter Kopf - mittelgroße Hängeohren, - stabiles Fundament 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe und stabile Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen - wachstumsintensiv bis zu Mastendgewichten von 115 - 120 kg - gute Futterverwertung - guter Schlachtkörperqualität - guter Fleischbeschaffenheit - gute Belastbarkeit, Stressresistenz Langlebigkeit
Deutsches Sattelschwein (DS)	<ul style="list-style-type: none"> - Vorderhand und Hinterhand schwarz, weiße Mittelhand, Anteile "schwarz" und "weiß" können verschieden sein - weiße Haare auf weißer Haut, schwarze Haare auf schwarzer Haut, Säumungsstreifen weiße Haare auf schwarzer Haut, - keine Blesse - mittellanger Kopf, mäßig eingesatteltes Gesichtprofil, Stirn zeigt i. d. R. Runzelung - lange breite Schulter, tiefe und breite Brust - Rücken zum Kreuz um etwa 5 cm gegenüber der Widerristhöhe ansteigend, - Becken breit und mäßig abfallend, Schinken geräumig - gut ausgeprägtes, gleichmäßiges 7/7 Gesäuge - Schlappohren - Gliedmaßen trocken und stabil 	<ul style="list-style-type: none"> - sehr große Fruchtbarkeit (Ø 10 aufgezogene Ferkel je Wurf, beste Muttereigenschaften - frohwüchsig und großrahmig - gute Futterverwertung - ausreichende Bemuskelung - hervorragende Fleischbeschaffenheit - Reinzucht mit NN-freien Tieren - Langlebig - geeignet zur Weidehaltung

Quelle: ANONYM 2005

Anhang 3: Eingesetzte Rassen und Geschlechterverhältnisse

Versuch 1	Rasse	DE		DU		-		Σ	
	Rasse (n)	15		7		-		22	
	Sex	m	w	m	w	m	w	m	w
	Sex (n)	11	4	6	1	-	-	17	5
Versuch 2	Rasse	DL		DU		DU x DS		Σ	
	Rasse (n)	10		5		7		22	
	Sex	m	w	m	w	m	w	m	w
	Sex (n)	5	5	2	3	3	4	10	12

Anhang 4: Inhaltsstoffe Ferkelaufzuchtfutter I

Ferkelaufzuchtfutter 1 (Alleinfuttermittel bis ca. 20 kg*)				
Inhaltsstoffe		Zusatzstoffe (kg)		Zusammensetzung (abnehmende Anteile)
13,0	MJ ME/kg	20.000 IE	Vitamin A	Weizen Roggen
18,0 %	Rohprotein	2.000 IE	Vitamin D3	Gerste
2,5 %	Rohfett	60 mg	Vitamin E (α-Toco-pherolacetat)	Sojaex.schrot dampferh.
5,0 %	Rohfaser			Weizenkleie (aufgeschlagen)
6,0 %	Rohasche	160 mg	Kupfer	Calcium-Natriumphosphat
1,1 %	Lysin	60 mg	Salinomycin-Natrium	Calciumcarbonat
0,85 %	Calcium			Vormischung
0,65 %	Phosphor		Ameisensäure	L-Lysin-Konzentrat flüssig
0,18 %	Natrium		Propionsäure	Natriumchlorid
0,026 % GS /				0,03% Methionin-HA
0,02% MS (Methionin-HA)				Threonin

*Fütterungshinweis: Nur an Ferkel bis 4 Monate, Gefährlich für Equiden

Hersteller: Fürstenwalder Futtermittel-Getreide-Landhandel GmbH

Anhang 5: Inhaltsstoffe Alleinfuttermittel I für Mastschweine ab ca. 35kg

Alleinfuttermittel für Mastschweine ab ca. 35 kg				
Inhaltsstoffe		Zusatzstoffe (kg)		Zusammensetzung (abnehmende Anteile)
13,0	MJ ME/kg	10.000 IE	Vitamin A	Roggen
17,0 %	Rohprotein	1.000 IE	Vitamin D3	Sojaex.schrot dampferh.
2,8 %	Rohfett	40 mg	Vitamin E (α-Toco-pherolacetat)	Gerste
4,2 %	Rohfaser			Weizenkleberfutter
5,5 %	Rohasche	15 mg	Kupfer-II-Sulfat	Rapskuchen
0,95 %	Lysin			Roggenkleie
0,8 %	Calcium			Calciumcarbonat
0,6 %	Phosphor			Calcium-Natriumphosphat
0,15 %	Natrium			L-Lysin-Konzentrat flüssig
				Vormischung
				Natriumchlorid

Hersteller: Fürstenwalder Futtermittel-Getreide-Landhandel GmbH

Anhang 6: Inhaltsstoffe Alleinfuttermittel II für Mastschweine ab ca. 50kg

Alleinfuttermittel für Mastschweine ab ca. 50 kg				
Inhaltsstoffe		Zusatzstoffe (kg)		Zusammensetzung (abnehmende Anteile)
12,6	MJ ME/kg	10.000 IE	Vitamin A	Roggen
15,5 %	Rohprotein	1.000 IE	Vitamin D3	Roggenkleie
2,8 %	Rohfett	40 mg	Vitamin E (α-Toco-	Sojaex.schrot dampferh.

Institut für Nutztierwissenschaften

Fachgebiet Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik



Alleinfuttermittel für Mastschweine ab ca. 50 kg		
Inhaltsstoffe	Zusatzstoffe (kg)	Zusammensetzung (abnehmende Anteile)
4,5 % Rohfaser		Gerste
5,5 % Rohasche	15 mg Kupfer-II-Sulfat	Rapskuchen
0,8 % Lysin		Weizenkleie
0,7 % Calcium		Zuckerrübenmelasse
0,55 % Phosphor		Calciumcarbonat
0,15 % Natrium		L-Lysin-Konzentrat flüssig
		Vormischung
		Natriumchlorid
		Calcium-Natriumphosphat

Hersteller: Fürstenwalder Futtermittel-Getreide-Landhandel GmbH

Anhang 7: Maßnahmen zur Verbesserungen der Erkennungsgenauigkeit

	Seitenansicht	Aufsicht
Originalzustand - Differenzen in der Anzahl von Eintritts- und Austrittskontakten - Direktbeobachtungen zu den Tierbewegungen - → Fehlerrate: 20 - 30%		
Schritt 1 - Folglich sind die Schweine auf Höhe der Erkennung zu schnell - Druck der Türen erhöht - Erkennung versetzt - → Fehlerrate: 15% - 25%		
Schritt 2 - Respondertest ergibt Differenzen zwischen den Respondern und in der Höhe der Erkennungsfelder - Erkennungsfelder nach unten versetzt - → Fehlerrate: 5% - 15%		
Schritt 3 - Beide Erkennungsfelder nebeneinander - Anschläge der Tore alle linke Seite - Responder einheitlich im rechten Ohr - → Fehlerrate: 5% - 10%		
Schritt 4: Versuchslösung - Variable Verengung des Durchganges - Tiere müssen nah und langsam an der Erkennung vorbei - → Erwartete Fehlerrate: < 5%		
Passagerichtung 	Versetzungsrichtung der Erkennung 	

Anhang 8: Flächenangebot in der Versuchsanordnung

	Bereich A	Bereich B	Bereich C	Bereich D	Summe
Versuch 1	m ²	m ²	m ²	m ²	
Torbereich	33	6,7	14,6	9,3	
Beschäftigungsbereich		3,8		20,5	
Hüttengrundfläche (2 Stück)			7,1		
Summe	33	10,5	28,8	29,8	102,1
m ² /Tier (bei 22 Tieren)	1,50	0,48	1,31	1,35	4,64
Versuch 2					
Torbereich	33	6,7	14,6	5,2	
Beschäftigungsbereich		3,8		4,1	
Hüttengrundfläche (2 Stück)			7,1		
Summe	33	10,5	28,8	9,3	81,6
m ² /Tier (bei 22 Tieren)	1,50	0,48	1,31	0,42	3,71

Anhang 9: Erforderliche Bodenfläche für wachsende Schweine

Lebendgewicht (kg)	Gesetzliche Bodenfläche in m ² / Tier
> 20 bis 30	0,35
> 30 bis 50	0,50
> 50 bis 85	0,75
> 85 bis 110	0,75
über 110	1,00

Quelle: TierSchNutzV 2006

Anhang 10: Statistik zur Anzahl Besuche je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 1

	MW	Max	Min	s
Gesamtsumme je Tag	1260	1739	316	268
FA 1	235	512	67	70
FA 2	273	435	97	72
WS 5	148	290	27	60
WS 6	371	953	57	114
Bereich B	61	176	1	35
Bereich C	93	238	6	47
Bereich D	118	248	1	56

Anhang 11: Tabelle Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 1

Wert	Häufigkeit	Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	4	,0	,0
0:00:01 - 0:05:00	29486	62,4	62,5
0:05:01 - 0:10:00	1870	4,0	66,4
0:10:01 - 0:15:00	1247	2,6	69,1
0:15:01 - 0:20:00	881	1,9	70,9
0:20:01 - 0:25:00	718	1,5	72,4
0:25:01 - 0:30:00	602	1,3	73,7
0:30:01 - 0:35:00	536	1,1	74,9
0:35:01 - 0:40:00	394	,8	75,7
0:40:01 - 0:45:00	397	,8	76,5
0:45:01 - 0:50:00	367	,8	77,3
0:50:01 - 0:55:00	334	,7	78,0
0:55:01 - 1:00:00	358	,8	78,8

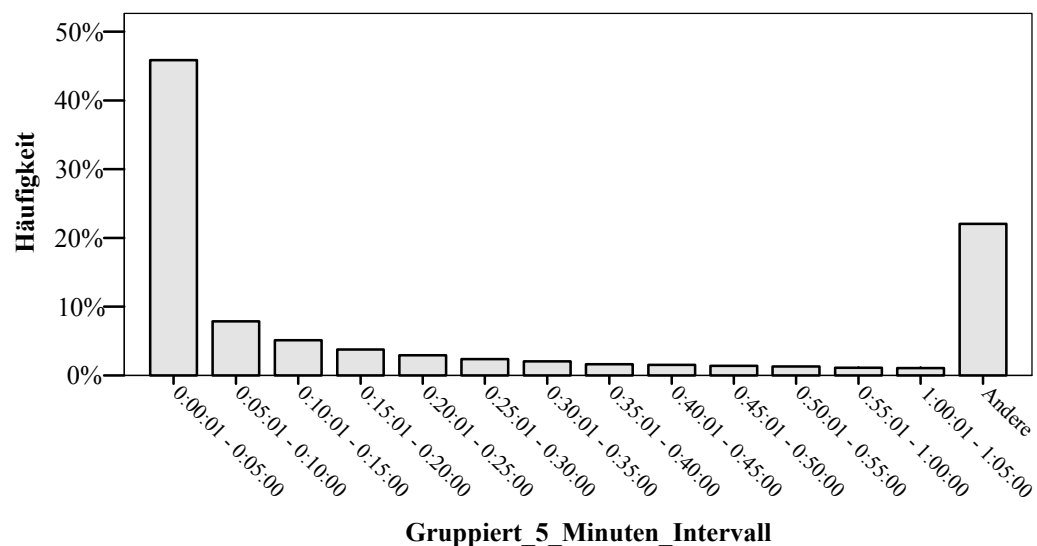
Wert	Häufigkeit	Prozent	Kumulativ Prozent
1:00:01 - 1:05:00	353	,7	79,5
1:05:01 - 1:10:00	311	,7	80,2
1:10:01 - 1:15:00	326	,7	80,9
1:15:01 - 1:20:00	328	,7	81,6
1:20:01 - 1:25:00	304	,6	82,2
1:25:01 - 1:30:00	277	,6	82,8
1:30:01 - 1:35:00	250	,5	83,3
1:35:01 - 1:40:00	269	,6	83,9
1:40:01 - 1:45:00	246	,5	84,4
1:45:01 - 1:50:00	225	,5	84,9
1:50:01 - 1:55:00	246	,5	85,4
1:55:01 - 2:00:00	242	,5	85,9
2:00:01 - 2:05:00	222	,5	86,4
2:05:01 - 2:10:00	207	,4	86,8
2:10:01 - 2:15:00	214	,5	87,3
2:15:01 - 2:20:00	171	,4	87,6
2:20:01 - 2:25:00	175	,4	88,0
2:25:01 - 2:30:00	172	,4	88,4
2:30:01 - 2:35:00	183	,4	88,8
2:35:01 - 2:40:00	150	,3	89,1
2:40:01 - 2:45:00	145	,3	89,4
2:45:01 - 2:50:00	150	,3	89,7
2:50:01 - 2:55:00	119	,3	90,0
...			
Total	47219	100,0	

Anhang 12: Tabelle Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 1

Wert	Häufigkeit	Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	4	,0	,0
0:00:01 - 0:00:05	55	,2	,2
0:00:06 - 0:00:10	843	2,9	3,1
0:00:11 - 0:00:15	10430	35,4	38,4
0:00:16 - 0:00:20	6062	20,6	59,0
0:00:21 - 0:00:25	2475	8,4	67,4
0:00:26 - 0:00:30	1256	4,3	71,6
0:00:31 - 0:00:35	853	2,9	74,5
0:00:36 - 0:00:40	754	2,6	77,1
0:00:41 - 0:00:45	699	2,4	79,5
0:00:46 - 0:00:50	566	1,9	81,4
0:00:51 - 0:00:55	493	1,7	83,0
0:00:56 - 0:01:00	412	1,4	84,4
0:01:01 - 0:01:05	400	1,4	85,8
0:01:06 - 0:01:10	338	1,1	86,9
0:01:11 - 0:01:15	290	1,0	87,9
0:01:16 - 0:01:20	267	,9	88,8
0:01:21 - 0:01:25	211	,7	89,5
0:01:26 - 0:01:30	177	,6	90,1
...			
Total	29490	100,0	

Anhang 13: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 1

Wert	Häufigkeit	Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	406	,8	,8
0:00:01 - 0:05:00	22102	45,8	46,7
0:05:01 - 0:10:00	3789	7,9	54,5
0:10:01 - 0:15:00	2462	5,1	59,7
0:15:01 - 0:20:00	1821	3,8	63,4
0:20:01 - 0:25:00	1409	2,9	66,4
0:25:01 - 0:30:00	1135	2,4	68,7
0:30:01 - 0:35:00	995	2,1	70,8
0:35:01 - 0:40:00	777	1,6	72,4
0:40:01 - 0:45:00	734	1,5	73,9
0:45:01 - 0:50:00	678	1,4	75,3
0:50:01 - 0:55:00	620	1,3	76,6
0:55:01 - 1:00:00	551	1,1	77,7
1:00:01 - 1:05:00	523	1,1	78,8
1:05:01 - 1:10:00	467	1,0	79,8
1:10:01 - 1:15:00	447	,9	80,7
1:15:01 - 1:20:00	401	,8	81,6
1:20:01 - 1:25:00	366	,8	82,3
1:25:01 - 1:30:00	409	,8	83,2
1:30:01 - 1:35:00	349	,7	83,9
1:35:01 - 1:40:00	351	,7	84,6
1:40:01 - 1:45:00	286	,6	85,2
1:45:01 - 1:50:00	282	,6	85,8
1:50:01 - 1:55:00	241	,5	86,3
1:55:01 - 2:00:00	270	,6	86,9
2:00:01 - 2:05:00	251	,5	87,4
2:05:01 - 2:10:00	208	,4	87,8
2:10:01 - 2:15:00	223	,5	88,3
2:15:01 - 2:20:00	172	,4	88,6
2:20:01 - 2:25:00	162	,3	89,0
2:25:01 - 2:30:00	207	,4	89,4
2:30:01 - 2:35:00	167	,3	89,7
2:35:01 - 2:40:00	147	,3	90,0
...			
Total	48210	100,0	

Anhang 14: Abbildung Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 1

Anhang 15: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 1

Wert	Häufigkeit	Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	406	1,8	1,8
0:00:01 - 0:00:05	1521	6,8	8,6
0:00:06 - 0:00:10	1462	6,5	15,1
0:00:11 - 0:00:15	4818	21,4	36,5
0:00:16 - 0:00:20	2526	11,2	47,7
0:00:21 - 0:00:25	1462	6,5	54,2
0:00:26 - 0:00:30	1017	4,5	58,7
0:00:31 - 0:00:35	687	3,1	61,8
0:00:36 - 0:00:40	512	2,3	64,0
0:00:41 - 0:00:45	423	1,9	65,9
0:00:46 - 0:00:50	335	1,5	67,4
0:00:51 - 0:00:55	288	1,3	68,7
0:00:56 - 0:01:00	259	1,2	69,8
0:01:01 - 0:01:05	272	1,2	71,0
0:01:06 - 0:01:10	234	1,0	72,1
0:01:11 - 0:01:15	221	1,0	73,1
0:01:16 - 0:01:20	221	1,0	74,0
0:01:21 - 0:01:25	208	,9	75,0
0:01:26 - 0:01:30	228	1,0	76,0
0:01:31 - 0:01:35	219	1,0	76,9
0:01:36 - 0:01:40	178	,8	77,7
0:01:41 - 0:01:45	194	,9	78,6
0:01:46 - 0:01:50	187	,8	79,4
0:01:51 - 0:01:55	178	,8	80,2
0:01:56 - 0:02:00	173	,8	81,0
0:02:01 - 0:02:05	165	,7	81,7
0:02:06 - 0:02:10	159	,7	82,4
0:02:11 - 0:02:15	155	,7	83,1
0:02:16 - 0:02:20	140	,6	83,7
0:02:21 - 0:02:25	144	,6	84,4
0:02:26 - 0:02:30	154	,7	85,1
0:02:31 - 0:02:35	135	,6	85,7
0:02:36 - 0:02:40	141	,6	86,3
0:02:41 - 0:02:45	137	,6	86,9
0:02:46 - 0:02:50	149	,7	87,6
0:02:51 - 0:02:55	145	,6	88,2
0:02:56 - 0:03:00	123	,5	88,8
0:03:01 - 0:03:05	138	,6	89,4
0:03:06 - 0:03:10	105	,5	89,8
0:03:11 - 0:03:15	107	,5	90,3
...			
Total	22508	100,0	

Anhang 16: Statistik zur Anzahl der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 1

Periode	Statistik	Sum Gesamt	FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D
S-,SA-	MW	1005	160	182	101	424	.	138	.
	Max	1209	212	242	159	572	.	194	.
	Min	543	100	91	28	263	.	61	.
	s	256	40	55	39	115	.	48	.
S-,SA+	MW	1244	208	226	90	479	121	120	.
	Max	1739	284	332	122	953	176	194	.
	Min	668	114	124	36	190	60	75	.

Periode	Statistik	Sum Gesamt	FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D
	s	406	64	72	33	252	38	41	.
S+,SA+	MW	1285	272	284	37	400	64	82	146
	Max	1659	512	381	57	561	100	138	199
	Min	665	103	107	23	175	32	49	46
	S	302	95	78	9	96	24	34	46
S+,SA+	MW	1488	299	325	120	393	58	124	170
	Max	1703	365	426	191	494	139	238	248
	Min	886	181	202	29	177	19	44	80
	s	248	54	53	46	82	31	48	40
S+,SA+	MW	1309	244	316	182	294	59	85	128
	Max	1622	331	421	290	359	115	145	173
	Min	525	95	106	58	122	10	29	51
	S	311	69	84	55	61	29	35	31
S-,SA+	MW	1120	160	236	181	332	61	86	64
	Max	1369	192	280	227	468	99	165	95
	Min	248	39	54	63	81	8	2	1
	s	299	42	63	44	108	26	41	25
S-,SA-	MW	957	181	179	176	348	.	77	.
	Max	1180	226	259	253	446	.	123	.
	Min	105	7	7	37	38	.	4	.
	s	312	62	67	57	114	.	30	.
S+,SA+	MW	928	194	228	152	221	26	34	74
	Max	1147	266	319	197	324	55	68	101
	Min	316	67	97	33	57	6	7	26
	s	209	51	68	41	62	11	22	18

Anhang 17: Tabelle Teststatistik ^d Anzahl der Besuche je Tag zwischen ausgesuchten Erkennungsstellen in den einzelnen Perioden, Versuch 1

Periode		FA 2 - FA 1	WS 6 - WS 5	WS 5 - FA 1	WS 6 - FA 1	WS 5 - FA 2	WS 6 - FA 2	Bereich C- Bereich B	Bereich D- Bereich B	Bereich D- Bereich C
S-,SA-	Z	-1,859a	-2,366a	-2,366b	-2,371a	-2,366b	-2,366a			
	Sig.	,063	,018	,018	,018	,018	,018			
S-,SA+	Z	-1,778a	-2,366a	-2,371b	-2,366a	-2,366b	-2,366a	-,507b		
	Sig.	,075	,018	,018	,018	,018	,018	,612		
S+,SA+	Z	-1,766a	-3,059a	-3,059b	-2,982a	-3,061b	-3,061a	-2,825a	-3,059a	-2,981a
	Sig.	,077	,002	,002	,003	,002	,002	,005	,002	,003
S+,SA+	Z	-2,272a	-3,408a	-3,408b	-3,351a	-3,408b	-2,783a	-3,153a	-3,408a	-2,669a
	Sig.	,023	,001	,001	,001	,001	,005	,002	,001	,008
S+,SA+	Z	-3,408a	-3,408a	-3,411b	-2,840a	-3,408b	-1,363b	-2,727a	-3,408a	-3,294a
	Sig.	,001	,001	,001	,005	,001	,173	,006	,001	,001
S-,SA+	Z	-3,408a	-3,408a	-2,273a	-3,409a	-3,124b	-3,351a	-2,480a	-,455a	-1,948b
	Sig.	,001	,001	,023	,001	,002	,001	,013	,649	,051
S-,SA-	Z	,000c	-3,180a	-,392b	-3,181a	,000c	-3,181a			
	Sig.	1,000	,001	,695	,001	1,000	,001			
S+,SA+	Z	-2,405a	-3,464a	-3,310b	-1,888a	-3,516b	-,310b	-1,501a	-3,517a	-3,362a
	Sig.	,016	,001	,001	,059	,000	,756	,133	,000	,001

a Based on negative ranks. b Based on positive ranks. c The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks. d Wilcoxon Signed Ranks Test, Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 18: Tabelle Teststatistik ^c Summe der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 1

	Periode S-,SA+ - Periode S-,SA-	Periode S+,SA+ - Periode S-,SA+	Periode S+,SA+ - Periode S+,SA+	Periode S+,SA+ - Periode S+,SA+	Periode S-,SA+ - Periode S+,SA+	Periode S-,SA- - Periode S-,SA+	Periode S+,SA+ - Periode S-,SA-
Z	-2,366a	-,676b	-2,824a	-2,897b	-2,698b	-3,180b	-,035b
Sig.	,018	,499	,005	,004	,007	,001	,972

a Based on negative ranks. b Based on positive ranks. c Wilcoxon Signed Ranks Test,
Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 19: Tabelle zur Statistik Anzahl der Besuche je Tier und Tag an den verschiedenen Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 1

		Periode							
		S-,SA-	S-,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S-,SA+	S-,SA-	S+,SA+
FA 1	MW	8	10	13	15	13	8	10	12
	Max	28	34	58	63	84	36	40	57
	Min	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	5	7	10	11	12	6	8	9
FA 2	MW	10	11	13	15	14	11	9	14
	Max	39	48	74	112	88	53	44	70
	Min	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	6	8	12	16	14	9	7	11
Bereich B	MW	1	6	3	3	3	3	.	2
	Max	1	14	14	12	17	11	.	8
	Min	1	1	1	1	1	1	.	1
	s	.	3	2	2	3	2	.	1
WS 5	MW	7	6	4	7	10	9	9	9
	Max	36	30	18	29	31	35	28	34
	Min	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	7	7	3	6	7	6	6	6
WS 6	MW	22	22	18	18	14	15	17	14
	Max	65	135	52	37	33	74	64	40
	Min	1	2	1	2	1	1	1	1
	s	13	18	7	6	7	10	9	7
Bereich C	MW	8	6	4	6	4	4	4	3
	Max	18	14	10	19	15	12	17	12
	Min	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	4	3	2	3	3	3	2	2
Bereich D	MW	.	1	7	8	6	4	.	5
	Max	.	1	25	20	15	14	.	13
	Min	.	1	1	1	1	1	.	1
	s	.	.	4	4	3	2	.	3

Anhang 20: Tabelle zur Korrelation der Anzahl Besuche je Tier und Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 1

Periode			FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
S-,SA-	FA 1	r	1,000	-,150	.	-,055	,085	,076	.
		Sig.	.	,095	.	,590	,333	,406	.
		N	132	125	1	97	131	123	0
	FA 2	r	-,150	1,000	.	,297**	,133	,429**	.
		Sig.	,095	.	.	,003	,136	,000	.
		N	125	130	1	98	128	120	0
	Bereich B	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	1	1	1	1	1	0	0

Periode			FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	WS 5	r	-,055	,297**	.	1,000	-,063	,146	.
		Sig.	,590	,003	.	.	,533	,162	.
		N	97	98	1	100	100	93	0
	WS 6	r	,085	,133	.	-,063	1,000	,245**	.
		Sig.	,333	,136	.	,533	.	,005	.
		N	131	128	1	100	135	127	0
	Bereich C	r	,076	,429**	.	,146	,245**	1,000	.
		Sig.	,406	,000	.	,162	,005	.	.
		N	123	120	0	93	127	127	0
	Bereich D	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	0	0	0	0	0	0	0
S-,SA+	FA 1	r	1,000	,025	,259**	-,029	,330**	,276**	.
		Sig.	.	,770	,002	,775	,000	,001	.
		N	144	139	140	98	144	138	0
	FA 2	r	,025	1,000	,235**	,154	,178*	,301**	.
		Sig.	,770	.	,004	,123	,030	,000	.
		N	139	149	146	101	149	143	1
	Bereich B	r	,259**	,235**	1,000	,159	,291**	,574**	.
		Sig.	,002	,004	.	,115	,000	,000	.
		N	140	146	150	100	150	145	1
	WS 5	r	-,029	,154	,159	1,000	,021	,156	.
		Sig.	,775	,123	,115	.	,837	,121	.
		N	98	101	100	103	103	100	0
	WS 6	r	,330**	,178*	,291**	,021	1,000	,220**	.
		Sig.	,000	,030	,000	,837	.	,007	.
		N	144	149	150	103	154	148	1
	Bereich C	r	,276**	,301**	,574**	,156	,220**	1,000	.
		Sig.	,001	,000	,000	,121	,007	.	.
		N	138	143	145	100	148	148	1
	Bereich D	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	0	1	1	0	1	1	1
S+,SA+	FA 1	r	1,000	-,002	,173**	,038	,345**	,146*	,303**
		Sig.	.	,976	,009	,678	,000	,024	,000
		N	246	240	228	125	245	239	237
	FA 2	r	-,002	1,000	-,024	-,197*	,230**	,090	,336**
		Sig.	,976	.	,717	,029	,000	,156	,000
		N	240	257	236	123	256	249	249
	Bereich B	r	,173**	-,024	1,000	,185*	,301**	,434**	,288**
		Sig.	,009	,717	.	,041	,000	,000	,000
		N	228	236	242	122	242	237	236
	WS 5	r	,038	-,197*	,185*	1,000	-,228*	,065	,238**
		Sig.	,678	,029	,041	.	,010	,470	,008
		N	125	123	122	126	126	124	123
	WS 6	r	,345**	,230**	,301**	-,228*	1,000	,172**	,261**
		Sig.	,000	,000	,000	,010	.	,006	,000
		N	245	256	242	126	262	255	254
	Bereich C	r	,146*	,090	,434**	,065	,172**	1,000	,288**
		Sig.	,024	,156	,000	,470	,006	.	,000
		N	239	249	237	124	255	255	248
	Bereich D	r	,303**	,336**	,288**	,238**	,261**	,288**	1,000
		Sig.	,000	,000	,000	,008	,000	,000	.
		N	237	249	236	123	254	248	254
S+,SA+	FA 1	r	1,000	-,191**	,120	,014	,233**	,146*	,293**
		Sig.	.	,001	,056	,835	,000	,011	,000
		N	304	300	252	237	304	300	303
	FA 2	r	-,191**	1,000	-,009	-,118	,071	-,059	,277**

Periode		FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	Sig.	,001	.	,883	,068	,198	,294	,000
	N	300	326	267	240	326	320	323
	Bereich B	r	,120	-,009	1,000	,135	,161**	,311**
	Sig.	,056	,883	.	,051	,008	,002	,000
	N	252	267	270	208	270	265	269
	WS 5	r	,014	-,118	,135	1,000	-,229**	,248**
	Sig.	,835	,068	,051	.	,000	,000	,466
	N	237	240	208	244	244	244	243
	WS 6	r	,233**	,071	,161**	-,229**	1,000	,149**
	Sig.	,000	,198	,008	,000	.	,007	,000
	N	304	326	270	244	330	324	327
	Bereich C	r	,146*	-,059	,187**	,248**	,149**	1,000
S+,SA+	Sig.	,011	,294	,002	,000	,007	.	,225**
	N	300	320	265	244	324	324	322
	Bereich D	r	,293**	,277**	,311**	,047	,265**	,225**
	Sig.	,000	,000	,000	,466	,000	,000	1,000
	N	303	323	269	243	327	322	.
								327
	FA 1	r	1,000	-,139*	,254**	,243**	-,042	,082
	Sig.	.	,019	,000	,000	,483	,179	,388**
	N	284	282	240	255	280	269	,000
	FA 2	r	-,139*	1,000	,056	,195**	,097	,231**
	Sig.	,019	.	,355	,001	,083	,524	,000
	N	282	328	276	270	324	309	319
	Bereich B	r	,254**	,056	1,000	,319**	,016	,442**
	Sig.	,000	,355	.	,000	,794	,000	,271**
	N	240	276	277	229	274	266	,000
	WS 5	r	,243**	,195**	,319**	1,000	-,265**	,322**
	Sig.	,000	,001	,000	.	,000	,000	,394**
	N	255	270	229	272	268	258	,000
	WS 6	r	-,042	,097	,016	-,265**	1,000	,010
	Sig.	,483	,083	,794	,000	.	,862	,078
	N	280	324	274	268	326	307	,165
	Bereich C	r	,082	,036	,442**	,322**	,010	1,000
	Sig.	,179	,524	,000	,000	,862	.	,279**
	N	269	309	266	258	307	311	,000
S-,SA+	Bereich D	r	,388**	,231**	,271**	,394**	,078	,279**
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,165	,000	1,000
	N	276	319	274	263	318	302	.
								321
	FA 1	r	1,000	,063	,228**	,221**	,093	,196**
	Sig.	.	,289	,000	,000	,114	,001	,182**
	N	291	286	262	277	290	268	,005
	FA 2	r	,063	1,000	,190**	,296**	,041	,231**
	Sig.	,289	.	,001	,000	,466	,000	,067
	N	286	319	283	300	316	288	,279
	Bereich B	r	,228**	,190**	1,000	,291**	,146*	,442**
	Sig.	,000	,001	.	,000	,014	,000	,316**
	N	262	283	286	270	284	267	,000
	WS 5	r	,221**	,296**	,291**	1,000	-,143*	,232**
	Sig.	,000	,000	,000	.	,012	,000	,171**
	N	277	300	270	309	306	278	,007
	WS 6	r	,093	,041	,146*	-,143*	1,000	-,003
	Sig.	,114	,466	,014	,012	.	,962	-,099
	N	290	316	284	306	324	290	,108
	Bereich C	r	,196**	,231**	,442**	,232**	-,003	1,000
	Sig.	,001	,000	,000	,000	,962	.	,390**
	N	268	288	267	278	290	291	,000
	Bereich D	r	,182**	,067	,316**	,171**	-,099	,390**
	Sig.	,005	,279	,000	,007	,108	,000	1,000
								.

Periode			FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	N		242	262	246	249	264	249	265
S-,SA-	FA 1	r	1,000	,198**	.	,241**	,108	,332**	.
		Sig.	.	,002	.	,000	,092	,000	.
		N	244	236	0	235	243	217	0
	FA 2	r	,198**	1,000	.	,249**	-,021	,175**	.
		Sig.	,002	.	.	,000	,737	,009	.
		N	236	253	0	241	251	223	0
	Bereich B	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	0	0	0	0	0	0	0
	WS 5	r	,241**	,249**	.	1,000	-,215**	,321**	.
		Sig.	,000	,000	.	.	,001	,000	.
		N	235	241	0	255	250	218	0
	WS 6	r	,108	-,021	.	-,215**	1,000	-,158*	.
		Sig.	,092	,737	.	,001	.	,018	.
		N	243	251	0	250	265	225	0
	Bereich C	r	,332**	,175**	.	,321**	-,158*	1,000	.
		Sig.	,000	,009	.	,000	,018	.	.
		N	217	223	0	218	225	225	0
	Bereich D	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	0	0	0	0	0	0	0
S+,SA+	FA 1	r	1,000	,288**	,187**	,137*	,347**	,229**	,473**
		Sig.	.	,000	,008	,032	,000	,001	,000
		N	255	250	199	247	252	197	249
	FA 2	r	,288**	1,000	,217**	,321**	-,004	,377**	,326**
		Sig.	,000	.	,002	,000	,946	,000	,000
		N	250	261	202	254	255	200	256
	Bereich B	r	,187**	,217**	1,000	,252**	,110	,345**	,281**
		Sig.	,008	,002	.	,000	,117	,000	,000
		N	199	202	206	200	203	164	202
	WS 5	r	,137*	,321**	,252**	1,000	-,223**	,306**	,417**
		Sig.	,032	,000	,000	.	,000	,000	,000
		N	247	254	200	256	250	199	251
	WS 6	r	,347**	-,004	,110	-,223**	1,000	-,126	,274**
		Sig.	,000	,946	,117	,000	.	,077	,000
		N	252	255	203	250	260	198	254
	Bereich C	r	,229**	,377**	,345**	,306**	-,126	1,000	,269**
		Sig.	,001	,000	,000	,000	,077	.	,000
		N	197	200	164	199	198	204	201
	Bereich D	r	,473**	,326**	,281**	,417**	,274**	,269**	1,000
		Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.
		N	249	256	202	251	254	201	260

** Correlation is significant at the 0.01 level.

* Correlation is significant at the 0.05 level.

Sig. = Sig. (2-tailed) nach Spearman

Anhang 21: Tabelle Statistik Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in Periode 2-9, Versuch 1

			MW	Max	Min	s
Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Periode	S-,SA-	43,47	99,99	,00	22,71
		S-,SA+	41,09	99,76	8,57	21,88
		S+,SA+	32,94	96,54	2,81	21,58
		S+,SA+	26,39	89,39	6,06	18,13
		S+,SA+	28,91	95,78	1,29	19,98
		S-,SA+	42,65	99,68	,00	24,26
		S-,SA-	53,13	100,00	,00	24,23
		S+,SA+	37,20	99,86	,00	29,21

Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Periode	S-,SA-	,01	,70	,00	,06
		S-,SA+	5,18	31,23	,00	5,78
		S+,SA+	,80	15,47	,00	1,50
		S+,SA+	,53	4,40	,00	,62
		S+,SA+	,75	10,43	,00	1,15
		S-,SA+	6,53	100,00	,00	15,14
		S-,SA-	,00	,00	,00	,00
		S+,SA+	1,55	28,01	,00	3,61
Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Periode	S-,SA-	56,53	100,00	,00	22,72
		S-,SA+	53,73	91,00	,00	22,13
		S+,SA+	41,86	95,61	,00	22,74
		S+,SA+	46,42	90,34	,00	22,94
		S+,SA+	39,63	95,24	,00	25,32
		S-,SA+	45,59	100,00	,00	25,68
		S-,SA-	46,87	100,00	,00	24,23
		S+,SA+	22,48	100,00	,00	28,02
Aufenthaltszeit Bereich D (%)	Periode	S-,SA-	,00	,00	,00	,00
		S-,SA+	,00	,07	,00	,01
		S+,SA+	24,40	89,69	,00	19,19
		S+,SA+	26,66	90,46	,00	18,70
		S+,SA+	30,71	90,73	,00	23,52
		S-,SA+	5,24	65,33	,00	8,43
		S-,SA-	,00	,00	,00	,00
		S+,SA+	38,77	100,00	,00	29,25

Anhang 22: Tabelle Teststatistik Aufenthaltsdauer (%) der Bereiche in den Perioden 2-9, Versuch 1

Periode		Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)
		Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)
S-,SA-	Z	-9,779a	-3,413b	-9,779a	-9,812b	-1,000a	-9,779a
	Sig.	,000	,001	,000	,000	,317	,000
S-,SA+	Z	-10,666a	-4,207b	-10,730a	-10,620b	-10,624a	-10,553a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
S+,SA+	Z	-14,004a	-4,109b	-3,782a	-13,925b	-13,847b	-7,234a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
S+,SA+	Z	-15,720a	-8,741b	-,594b	-15,708b	-15,691b	-8,359a
	Sig.	,000	,000	,553	,000	,000	,000
S+,SA+	Z	-15,744a	-4,927b	-1,027b	-15,455b	-15,557b	-3,713a
	Sig.	,000	,000	,305	,000	,000	,000
S-,SA+	Z	-14,080a	-1,772b	-14,934a	-13,316b	-1,685b	-14,307a
	Sig.	,000	,076	,000	,000	,092	,000
S-,SA-	Z	-13,005a	-1,664a	-13,005a	-13,005b	,000(c)	-13,005a
	Sig.	,000	,096	,000	,000	1,000	,000
S+,SA+	Z	-13,979a	-4,640a	-,668b	-10,687b	-13,765b	-5,264b
	Sig.	,000	,000	,504	,000	,000	,000

a Based on positive ranks. b Based on negative ranks. c The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks. d Wilcoxon Signed Ranks Test

Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 23: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Aufenthaltsdauer in den Bereichen A-D, Versuch 1

Besuche in		Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)
Bereich A	r	-,411**	,431**	,201**	,400**
	Sig.	,000	,000	,000	,000

Besuche in	Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)
Bereich B r	-,057*	,627**	,236**	-,193**
Sig.	,031	,000	,000	,000
Bereich C r	-,241**	,073**	,496**	-,202**
Sig.	,000	,001	,000	,000
Bereich D r	-,403**	-,006	,010	,514**
Sig.	,000	,813	,697	,000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

r = Correlation Coefficient

Anhang 24: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung an einer Erkennung, Versuch 1

Erkennungsort		MW	Min	Max	s
FA 1	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:07:37	0 00:00:01	2 01:07:05	0 00:46:25,8
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:02:23	0 00:00:01	0 00:29:55	0 00:03:20
	Zeit zwischen Besuchen an FA1 & FA2	0 00:57:48	0 00:00:03	2 01:07:14	0 02:18:09,1
FA 2	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:08:07	0 00:00:01	1 15:04:25	0 00:45:18,1
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:02:20	0 00:00:00	0 00:32:40	0 00:03:28
	Zeit zwischen Besuchen an FA1 & FA2	0 00:55:24	0 00:00:01	1 15:04:25	0 02:18:42,2
Bereich A bevor Bereich B	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:50:25	0 00:00:01	2 09:56:54	0 02:28:23,5
	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:06:16	0 00:00:01	0 15:50:26	0 00:33:09,6
	Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 07:35:19	0 00:00:03	8 01:38:19	0 10:59:21,9
Aufenthaltszeit Bereich B	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:10:12	0 00:00:02	0 09:40:20	0 00:33:32,2
WS 5	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:11:13	0 00:00:01	0 16:59:12	0 00:48:29,4
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:00:16	0 00:00:00	0 00:37:15	0 00:00:25
	Zeit zwischen Besuchen WS5 & WS6	0 00:59:11	0 00:00:01	1 01:53:16	0 02:11:07,9
WS 6	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:08:43	0 00:00:01	1 07:02:09	0 00:41:16,3
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:00:14	0 00:00:00	0 00:37:29	0 00:00:48
	Zeit zwischen Besuchen WS5 & WS6	0 00:56:41	0 00:00:01	2 02:33:27	0 02:08:10,7
Bereich A bevor Bereich C	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:00:49	0 00:00:01	6 02:36:35	0 03:34:24,4
	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:07:03	0 00:00:01	0 09:23:55	0 00:29:52,3
	Zeit zwischen Besuchen in Bereich C	0 03:04:50	0 00:00:03	6 17:28:42	0 07:06:36,5
Aufenthaltszeit Bereich C	Aufenthaltszeit im Bereich	0 02:11:12	0 00:00:01	0 18:41:06	0 02:40:38,5
Bereich A bevor Bereich D	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:36:10	0 00:00:01	2 02:27:44	0 01:49:31,4
	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:03:10	0 00:00:01	0 16:37:29	0 00:22:21,8
	Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 02:58:55	0 00:00:02	4 03:10:38	0 05:37:17,8
Aufenthaltszeit Bereich D	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:00:14	0 00:00:02	0 13:25:20	0 01:41:44,8

Anhang 25: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung in den Beschäftigungsbereichen je Periode, Versuch 1

Erkennungsort	Periode		MW	Min	Max	s
Bereich A bevor Bereich B	S-,SA-	Aufenthaltszeit im Bereich	.	.	.	.
		Zeit seit letzter Erkennung	.	.	.	.
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	.	.	.	.
	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:03:25	0 00:00:05	2 01:01:23	0 02:57:16,8
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:05:48	0 00:00:01	0 06:39:04	0 00:18:20,1
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 03:51:30	0 00:00:19	5 03:10:31	0 06:40:00,5
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:43:15	0 00:00:01	2 09:56:54	0 02:41:06,5
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:06:31	0 00:00:01	0 06:49:57	0 00:24:43,7
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 07:30:15	0 00:00:06	3 20:07:32	0 09:42:03,3
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:17:18	0 00:00:02	0 10:48:48	0 00:47:10,5
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:04:20	0 00:00:01	0 10:48:47	0 00:25:04,2
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 08:17:58	0 00:00:03	4 19:40:21	0 12:01:17,7
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:35:08	0 00:00:01	0 14:36:41	0 01:33:17,8
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:04:41	0 00:00:01	0 11:20:42	0 00:30:08,0
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 08:17:10	0 00:00:25	5 14:53:30	0 12:06:52,8
	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:09:39	0 00:00:01	1 12:10:59	0 02:37:58,8
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:07:22	0 00:00:01	0 06:07:06	0 00:28:29,5
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 07:28:45	0 00:00:46	8 01:38:19	0 11:06:35,9
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:31:46	0 00:00:02	0 23:32:36	0 03:39:12,9
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:11:37	0 00:00:01	0 15:50:26	0 01:13:58,9
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 12:29:22	0 00:01:15	3 19:55:54	0 12:38:08,5
Aufenthaltszeit Bereich B	S-,SA-	Aufenthaltszeit im Bereich	.	.	.	.
	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:12:33	0 00:00:10	0 04:53:31	0 00:29:16,2
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:03:11	0 00:00:09	0 01:04:33	0 00:05:14,6
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:02:37	0 00:00:05	0 00:20:04	0 00:02:15,6
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:03:55	0 00:00:02	0 01:25:11	0 00:05:54,8
	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:25:20	0 00:00:02	0 09:40:20	0 01:02:17,6
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:14:00	0 00:00:05	0 05:19:57	0 00:37:56,1

Erkennungsort	Periode		MW	Min	Max	s
Bereich A bevor Bereich D	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	.	.	.	.
		Zeit seit letzter Erkennung	.	.	.	.
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	.	.	.	.
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:30:27	0 00:00:01	1 08:01:24	0 01:30:54,9
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:02:46	0 00:00:01	0 04:42:26	0 00:11:33,1
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 02:27:21	0 00:00:05	4 03:10:38	0 05:07:04,0
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:24:30	0 00:00:03	2 02:27:44	0 01:31:42,5
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:02:03	0 00:00:01	0 05:09:58	0 00:10:32,3
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 02:08:34	0 00:00:04	2 16:05:47	0 03:52:06,3
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:28:00	0 00:00:02	0 20:14:07	0 01:18:53,9
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:02:18	0 00:00:01	0 08:12:31	0 00:13:20,7
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 02:39:20	0 00:00:02	2 16:26:59	0 04:38:00,7
	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:56:33	0 00:00:03	0 20:55:26	0 01:56:49,2
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:05:56	0 00:00:01	0 05:45:51	0 00:21:27,1
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 06:37:37	0 00:00:03	3 07:51:35	0 09:43:31,7
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:06:38	0 00:00:04	1 01:47:49	0 02:57:55,6
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:05:16	0 00:00:02	0 16:37:29	0 00:49:19,2
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 03:07:54	0 00:00:10	1 14:34:52	0 05:16:26,8
Aufenthaltszeit Bereich D	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	.	.	.	.
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:49:21	0 00:00:07	0 13:25:20	0 01:19:06,2
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:45:43	0 00:00:07	0 11:35:18	0 01:19:24,3
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:10:54	0 00:00:06	0 11:56:18	0 01:42:31,2
	S-,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:21:20	0 00:00:02	0 06:32:44	0 00:41:37,7
	S+,SA+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 02:02:20	0 00:00:09	0 13:16:13	0 02:41:36,1

Anhang 26: Tabelle Übersicht zur Futteraufnahme, Fresszeit, Futterverwertung, und Fressgeschwindigkeit je Tier, Versuch 1

Tier	Sum.Futteraufnahme (kg)	Summe Fresszeit (hh:min:ss)	MTZ (g)	FVW Tier (kg/kg)	Futteraufnahme Minute (kg/Minute)
3827	249,86	110:13:10	985	2,69	0,038
3828	207,90	76:09:04	910	2,15	0,046
3829	204,14	91:03:56	887	2,16	0,037
3830	204,99	95:13:55	779	2,48	0,036

Tier	Sum.Futtermaufnahme (kg)	Summe Fresszeit (hh:min:ss)	MTZ (g)	FVW Tier (kg:kg)	Futtermaufnahme Minute (kg/Minute)
3834	107,06	55:36:47	661	2,77	0,032
3840	244,33	105:06:03	954	2,74	0,039
3843	235,11	82:29:56	918	2,74	0,047
3850	261,48	103:07:01	1015	2,74	0,042
3851	234,76	72:32:06	1065	2,80	0,054
3852	249,31	71:34:07	1119	2,79	0,058
3853	218,87	69:31:18	1113	2,44	0,052
3854	248,63	71:07:44	1018	3,13	0,058
3856	258,25	79:19:00	939	2,95	0,054
3857	240,77	83:33:21	959	2,70	0,048
3858	190,04	67:35:56	743	2,55	0,047
3859	207,33	80:28:51	734	2,70	0,043
3860	209,00	89:57:04	878	2,25	0,039
3861	253,83	101:39:41	995	2,70	0,042
3862	223,97	90:30:51	970	2,96	0,041
3863	212,75	90:02:03	874	2,31	0,039
3864	249,68	91:00:20	872	3,07	0,046
3865	266,65	85:34:05	959	3,02	0,052
MW	226,30	84:42:06	925	2,67	0,045
Max	266,65	110:13:10	1119	3,13	0,058
Min	107,06	55:36:47	661	2,15	0,032
s	34,63	13:45:33	118	0,28	0,007
s%	15,3%	16,2%	13%	10,5%	16,4%

* Kreislaufversagen am 02.08.04

Anhang 27: Tabelle Statistik Zeit zur Nahrungsaufnahme je Tier und Tag (%) je Periode, Versuch 1

		Periode							
		S-,SA-	S-,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S-,SA+	S-,SA-	S+,SA+
Nahrungs- aufnahme	MW	6,13	5,03	4,38	4,82	4,67	4,97	5,32	4,02
	Max	8,10	5,36	5,64	6,77	6,86	9,32	9,80	4,45
	Min	5,32	4,56	3,32	3,72	3,52	4,17	3,68	2,43
	s	,96	,36	,52	,63	,73	1,29	1,95	,56
FA 1	MW	2,63	2,21	2,02	2,13	1,79	1,98	2,15	1,76
	Max	3,03	2,55	2,30	3,25	2,87	3,73	3,73	2,16
	Min	2,24	1,80	1,70	1,43	1,33	1,56	1,59	1,06
	s	,23	,26	,17	,38	,34	,54	,73	,29
FA 2	MW	2,69	2,36	2,10	2,31	2,48	2,37	2,29	1,85
	Max	3,73	2,60	2,73	3,02	3,37	3,73	3,73	2,11
	Min	2,26	2,15	1,44	1,93	1,74	1,97	1,74	1,14
	s	,49	,16	,33	,28	,38	,42	,66	,25
WS 5	MW	,08	,06	,02	,09	,17	,24	,32	,21
	Max	,18	,09	,05	,15	,23	,80	1,17	,29
	Min	,04	,05	,01	,04	,12	,13	,14	,10
	s	,05	,02	,01	,04	,03	,16	,31	,06
WS 6	MW	,73	,40	,24	,29	,24	,39	,56	,20
	Max	1,17	,96	,57	,45	,40	1,06	1,17	,39
	Min	,25	,18	,16	,20	,14	,15	,19	,07
	s	,34	,27	,11	,05	,07	,28	,37	,07

Anhang 28: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Fresszeit/ Trinkzeit an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 1

Besuche an	Zeit Nahrungs- aufnahme an FA 1	Zeit Nahrungs- aufnahme an FA 2	Zeit Nahrungs- aufnahme an WS 5	Zeit Nahrungs- aufnahme an WS 6
FA 1 r	,550**	-,501**	-,027	,032
Sig.	,000	,000	,253	,163

Besuche an	Zeit Nahrungs- aufnahme an FA 1	Zeit Nahrungs- aufnahme an FA 2	Zeit Nahrungs- aufnahme an WS 5	Zeit Nahrungs- aufnahme an WS 6
FA 2 r	-,514**	,489**	-,034	-,055*
Sig.	,000	,000	,133	,015
WS 5 r	-,023	-,042	,786**	-,148**
Sig.	,354	,089	,000	,000
WS 6 r	,116**	,046*	-,331**	,472**
Sig.	,000	,040	,000	,000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

r = Correlation Coefficient

Anhang 29: Tabelle Mittelwert Anzahl Besuche je Tor und Periode im Tagesverlauf, Versuch 1

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
S-,SA-	0	36	4	6	.	3	10	8	.
	1	24	5	5	.	4	5	3	.
	2	13	4	5	.	1	3	2	.
	3	13	4	3	.	1	3	3	.
	4	16	5	6	.	2	2	3	.
	5	28	5	8	.	2	9	6	.
	6	56	12	16	.	3	10	8	.
	7	62	11	10	1	7	17	8	.
	8	80	13	14	.	7	26	14	.
	9	64	9	9	.	7	31	6	.
	10	84	10	10	.	14	40	5	.
	11	66	8	8	.	7	29	7	.
	12	78	11	10	.	7	39	4	.
	13	52	6	6	.	4	30	3	.
	14	65	7	9	.	6	33	6	.
	15	45	7	7	.	4	22	3	.
	16	68	10	11	.	7	29	6	.
	17	76	9	16	.	8	24	10	.
	18	106	10	16	.	13	40	14	.
	19	117	12	16	.	10	42	17	.
	20	99	14	15	.	7	33	14	.
	21	39	8	8	.	2	10	5	.
	22	41	7	5	.	3	12	8	.
	23	15	3	3	.	1	5	3	.
S-,SA+	0	26	4	5	3	1	8	3	.
	1	23	3	5	2	4	5	4	.
	2	15	4	4	1	1	4	3	.
	3	11	3	3	2	.	2	2	.
	4	18	5	5	1	1	4	2	.
	5	37	8	13	2	2	4	5	.
	6	62	11	16	3	3	14	6	.
	7	92	17	15	8	7	24	11	.
	8	120	16	20	9	10	43	7	.
	9	109	15	16	12	4	38	6	.
	10	115	19	16	11	12	44	8	.
	11	96	13	13	9	9	44	6	.
	12	84	11	13	10	6	27	8	.
	13	73	12	12	6	5	21	4	.
	14	45	7	7	4	6	16	4	.
	15	65	9	11	4	6	24	6	.
	16	84	13	11	9	9	24	6	.
	17	117	13	14	7	10	51	8	1
	18	139	13	17	13	9	53	10	.
	19	121	17	18	12	7	40	7	.

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	20	128	14	15	13	5	39	13	.
	21	64	10	11	4	2	18	6	.
	22	21	3	4	1	1	5	4	.
	23	38	4	6	3	2	12	6	.
S+,SA+	0	27	3	5	2	1	9	3	2
	1	22	4	5	2	2	6	2	3
	2	14	2	5	1	.	3	2	1
	3	6	3	3	1	.	1	1	1
	4	13	4	4	1	1	2	2	2
	5	13	3	4	1	.	2	2	3
	6	59	11	19	1	2	8	7	4
	7	91	20	25	2	2	18	6	6
	8	88	22	19	3	2	20	7	5
	9	105	25	22	3	3	27	5	8
	10	118	23	18	7	4	36	5	12
	11	107	19	19	8	3	30	5	13
	12	94	15	19	4	2	29	6	8
	13	84	16	12	4	4	23	5	8
	14	77	14	14	5	3	20	5	9
	15	58	11	12	4	3	13	4	6
	16	82	14	20	3	3	22	4	8
	17	112	18	17	7	3	29	5	13
	18	146	20	21	10	5	43	8	14
	19	154	25	21	8	4	43	8	15
	20	165	23	21	9	4	40	6	22
	21	77	10	14	3	2	16	4	9
	22	18	3	3	2	2	6	3	3
	23	22	2	6	1	.	6	4	2
S+,SA+	0	27	3	8	1	2	8	5	3
	1	30	7	7	1	2	5	3	3
	2	20	2	7	1	2	3	2	2
	3	11	2	6	.	2	4	2	3
	4	14	2	8	.	1	2	2	2
	5	22	5	9	1	2	2	2	3
	6	63	17	16	1	2	10	6	5
	7	87	17	23	3	5	15	5	6
	8	149	28	27	5	8	29	13	12
	9	131	23	24	4	10	31	8	12
	10	178	31	25	6	13	37	10	20
	11	131	18	20	4	9	30	9	17
	12	101	14	18	4	6	21	8	11
	13	98	16	19	6	6	20	7	7
	14	85	15	15	4	7	20	8	8
	15	77	14	15	3	7	17	6	6
	16	101	16	19	6	9	21	8	9
	17	129	21	22	5	13	28	8	10
	18	173	24	25	9	16	41	11	16
	19	160	28	20	6	11	42	8	16
	20	125	20	21	6	7	26	7	13
	21	51	6	9	3	3	10	4	7
	22	13	2	2	1	.	4	3	2
	23	25	4	7	2	3	6	4	3
S+,SA+	0	21	5	7	.	4	4	3	2
	1	21	4	9	.	2	5	2	3
	2	15	3	6	1	2	3	1	4
	3	9	1	7	.	1	2	2	2
	4	23	7	12	1	1	3	2	3
	5	23	5	8	1	2	4	2	3

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	6	65	14	19	2	5	9	5	4
	7	89	17	20	4	8	16	6	5
	8	114	17	21	7	13	19	8	7
	9	91	19	21	4	9	17	5	5
	10	125	23	22	5	14	22	9	10
	11	143	21	22	8	19	24	9	14
	12	69	12	16	2	6	15	3	6
	13	73	10	17	3	9	15	4	6
	14	66	9	14	3	9	14	3	5
	15	58	8	14	2	9	11	3	6
	16	73	13	16	4	9	14	6	5
	17	132	19	22	7	19	25	7	11
	18	150	26	25	6	21	32	8	12
	19	163	24	23	8	24	33	7	15
	20	123	20	21	5	13	25	4	12
	21	44	5	11	1	3	8	3	5
	22	17	6	7	1	2	4	2	2
	23	23	2	6	1	3	5	4	3
S-,SA+	0	20	3	5	3	3	7	3	1
	1	18	4	5	2	3	6	2	1
	2	15	3	4	2	2	4	2	.
	3	8	2	3	1	1	4	1	.
	4	20	4	6	2	4	7	2	1
	5	26	4	10	2	3	5	3	1
	6	59	11	14	2	5	12	7	2
	7	87	15	19	5	9	17	6	3
	8	112	15	16	6	13	27	8	8
	9	94	12	20	5	14	23	6	4
	10	106	13	15	6	15	27	9	6
	11	78	8	13	3	14	20	5	7
	12	54	7	9	2	8	16	3	4
	13	70	9	12	3	11	17	3	5
	14	49	4	12	2	7	17	3	3
	15	42	6	7	3	6	13	5	3
	16	50	6	11	2	8	12	4	3
	17	89	10	15	5	14	20	6	6
	18	126	15	19	7	19	33	7	7
	19	146	17	19	9	20	39	7	9
	20	120	15	19	6	16	29	6	7
	21	52	6	10	4	7	11	3	3
	22	29	3	8	2	4	6	3	2
	23	21	2	4	2	2	6	3	2
S-,SA-	0	17	4	5	.	4	7	2	.
	1	21	5	6	.	5	6	2	.
	2	21	7	7	.	3	5	4	.
	3	15	5	7	.	2	5	1	.
	4	23	8	11	.	2	5	2	.
	5	62	12	12	.	7	22	6	.
	6	79	16	19	.	9	22	8	.
	7	95	21	14	.	14	31	9	.
	8	112	20	12	.	25	38	11	.
	9	110	20	20	.	24	33	7	.
	10	87	15	13	.	22	23	6	.
	11	69	9	8	.	19	27	4	.
	12	46	8	7	.	10	17	3	.
	13	30	5	5	.	5	13	3	.
	14	21	3	4	.	3	11	3	.
	15	23	2	4	.	3	14	2	.

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	16	24	4	6	.	3	13	3	.
	17	44	9	10	.	6	14	4	.
	18	94	21	17	.	14	31	8	.
	19	108	20	16	.	19	42	6	.
	20	79	14	15	.	13	27	4	.
	21	27	6	7	.	3	7	4	.
	22	13	3	3	.	3	5	2	.
	23	17	3	5	.	6	6	2	.
S+,SA+	0	5	2	4	.	1	3	1	1
	1	5	1	2	.	2	2	1	1
	2	6	2	3	1	2	2	1	1
	3	8	2	6	.	1	1	1	1
	4	13	8	6	.	.	3	.	2
	5	38	9	13	2	3	8	2	3
	6	73	18	17	2	6	15	3	4
	7	83	16	25	2	11	19	3	6
	8	88	17	21	3	13	16	4	6
	9	106	22	22	4	17	24	2	7
	10	104	16	18	5	17	23	4	8
	11	50	7	8	3	9	11	4	4
	12	36	6	10	2	5	8	3	3
	13	46	10	9	2	8	10	4	3
	14	47	11	10	2	9	11	3	3
	15	36	6	9	2	7	8	3	3
	16	83	18	15	3	13	18	7	5
	17	103	17	24	3	17	22	2	6
	18	108	19	22	3	14	21	5	9
	19	73	11	14	2	10	16	3	7
	20	31	6	5	2	4	6	2	3
	21	12	2	3	1	4	3	2	2
	22	23	4	7	.	5	6	4	2
	23	17	4	4	1	3	5	2	3

Anhang 30: Tabelle Statistik Aufenthaltszeit in den Beschäftigungsbereichen B und D je Besuch im Tagesverlauf in den Perioden 2-9, Versuch 1

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
S-,SA+	0	00:03:01	00:11:03	00:00:37	00:03:14	.	.	.	.
	1	00:09:56	01:05:16	00:00:23	00:22:22	.	.	.	.
	2	00:02:05	00:04:09	00:00:44	00:01:40	.	.	.	.
	3	00:04:46	00:12:52	00:00:39	00:07:00	.	.	.	.
	4	00:01:34	00:01:34	00:01:34	.	.	.	.	.
	5	00:02:50	00:12:06	00:00:13	00:03:38	.	.	.	.
	6	00:04:14	00:09:27	00:00:37	00:02:18	.	.	.	.
	7	00:04:35	00:18:19	00:00:32	00:03:32	.	.	.	.
	8	00:08:58	01:11:59	00:00:14	00:14:08	.	.	.	.
	9	00:08:07	01:16:17	00:00:17	00:11:34	.	.	.	.
	10	00:09:31	01:40:52	00:00:15	00:19:22	.	.	.	.
	11	00:13:19	02:09:38	00:00:31	00:26:35	.	.	.	.
	12	00:23:27	03:26:24	00:00:17	00:41:13	.	.	.	.
	13	00:05:53	00:37:17	00:00:21	00:08:35	.	.	.	.
	14	00:37:20	02:37:26	00:02:04	00:51:45	.	.	.	.
	15	00:52:34	04:40:26	00:01:09	01:14:17	.	.	.	.
	16	00:27:39	04:53:31	00:00:40	00:53:27	.	.	.	.
	17	00:16:41	02:37:51	00:00:22	00:32:40	.	.	.	.
	18	00:08:20	01:55:08	00:00:10	00:14:42	.	.	.	.

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
	19	00:11:42	04:28:30	00:00:12	00:33:33	.	.	.	.
	20	00:06:43	00:44:37	00:00:19	00:08:32	.	.	.	.
	21	00:04:33	00:33:04	00:00:14	00:08:18	.	.	.	.
	22	00:01:50	00:04:26	00:00:39	00:01:31	.	.	.	.
	23	00:02:26	00:06:00	00:01:27	00:01:21	.	.	.	.
S+,SA+	0	00:01:20	00:02:00	00:01:00	00:00:34	01:23:12	04:16:01	00:00:15	01:36:33
	1	00:00:49	00:01:05	00:00:33	00:00:22	02:32:29	04:53:20	00:00:12	01:35:43
	2	00:00:54	00:00:54	00:00:54	.	03:05:00	05:06:45	00:01:45	02:17:00
	3	00:02:06	00:02:06	00:02:06	.	02:21:16	05:55:15	00:03:06	02:33:17
	4	00:02:19	00:04:27	00:01:12	00:01:27	02:58:40	06:59:27	00:01:05	02:47:32
	5	00:02:11	00:02:11	00:02:11	.	03:09:20	06:05:10	00:01:05	02:29:06
	6	00:02:17	00:03:29	00:01:14	00:00:51	00:39:45	08:41:19	00:01:00	01:52:09
	7	00:02:05	00:04:35	00:00:41	00:01:14	01:41:30	09:53:38	00:01:37	02:43:45
	8	00:02:18	00:07:15	00:00:10	00:01:44	00:33:43	07:23:16	00:01:13	01:01:17
	9	00:04:40	00:51:06	00:00:33	00:10:30	00:54:00	10:17:58	00:00:46	01:18:07
	10	00:03:09	00:11:34	00:00:32	00:02:39	00:36:23	03:13:51	00:00:38	00:41:20
	11	00:02:14	00:06:55	00:00:16	00:01:24	00:35:16	13:25:20	00:00:10	01:14:37
	12	00:04:25	01:04:33	00:00:28	00:10:37	00:55:59	10:18:56	00:00:45	01:29:28
	13	00:06:11	01:01:54	00:00:09	00:13:44	01:12:07	07:15:35	00:00:11	01:37:45
	14	00:02:57	00:12:28	00:00:32	00:02:21	00:43:33	04:16:29	00:00:18	00:55:00
	15	00:03:52	00:27:03	00:00:54	00:05:34	00:59:38	05:43:44	00:00:34	01:21:28
	16	00:03:24	00:06:14	00:00:31	00:01:38	01:37:44	05:34:50	00:00:38	01:25:04
	17	00:04:36	00:41:45	00:00:21	00:06:43	01:05:24	06:17:13	00:00:07	01:15:49
	18	00:03:00	00:25:44	00:00:28	00:03:01	00:42:07	04:45:41	00:00:09	00:54:11
	19	00:02:45	00:15:43	00:00:19	00:02:31	00:22:29	03:42:37	00:00:39	00:26:59
	20	00:02:24	00:19:08	00:00:24	00:02:16	00:17:21	02:28:14	00:00:09	00:20:50
	21	00:01:44	00:09:38	00:00:24	00:01:39	00:17:21	01:52:22	00:00:33	00:18:21
	22	00:05:34	00:23:07	00:00:56	00:09:48	01:07:16	03:20:05	00:01:14	00:56:39
	23	00:00:54	00:01:06	00:00:42	00:00:12	01:41:18	03:10:46	00:00:16	01:02:20
S+,SA+	0	00:01:22	00:01:22	00:01:22	.	02:10:34	05:08:29	00:00:59	01:38:29
	1	00:01:21	00:01:23	00:01:20	00:00:02	02:39:08	06:22:15	00:01:24	01:56:10
	2	00:00:57	00:00:57	00:00:57	.	02:29:44	05:52:00	00:00:41	01:55:36
	3	.	.	.	.	02:39:25	06:21:41	00:00:57	02:09:41
	4	.	.	.	.	02:35:13	07:52:13	00:00:53	02:19:59
	5	00:01:58	00:01:58	00:01:58	.	03:15:03	09:39:31	00:00:20	02:56:51
	6	00:01:56	00:02:51	00:00:55	00:00:44	02:32:11	09:45:18	00:01:02	02:44:37
	7	00:02:38	00:07:28	00:00:38	00:01:26	01:52:43	11:35:18	00:00:58	03:03:38
	8	00:02:36	00:12:14	00:00:17	00:02:16	00:30:38	10:42:44	00:00:29	01:30:38
	9	00:02:27	00:08:24	00:00:22	00:01:47	00:27:21	05:45:58	00:00:31	00:42:03
	10	00:02:00	00:09:38	00:00:05	00:01:36	00:24:47	06:21:22	00:00:07	00:38:27
	11	00:02:07	00:12:59	00:00:06	00:02:07	00:23:22	03:06:59	00:00:08	00:30:54
	12	00:02:22	00:08:28	00:00:14	00:02:10	00:28:16	03:10:58	00:00:33	00:34:05
	13	00:03:11	00:13:22	00:00:18	00:02:30	00:34:56	03:33:16	00:00:22	00:48:48
	14	00:02:45	00:07:54	00:00:25	00:01:45	00:49:56	03:40:32	00:00:22	01:03:41
	15	00:03:02	00:19:09	00:00:13	00:03:28	00:51:40	03:40:38	00:00:31	00:54:06
	16	00:03:06	00:12:21	00:00:18	00:02:14	01:09:44	04:17:28	00:00:09	01:11:45
	17	00:02:40	00:11:49	00:00:29	00:02:07	01:01:25	06:03:57	00:00:49	01:16:00
	18	00:02:40	00:12:53	00:00:07	00:02:01	00:42:04	05:32:39	00:00:54	01:02:06
	19	00:02:45	00:14:34	00:00:15	00:02:32	00:26:40	06:21:54	00:00:26	00:35:28
	20	00:02:39	00:11:39	00:00:19	00:02:18	00:18:00	05:28:06	00:00:09	00:28:22
	21	00:02:46	00:10:55	00:00:32	00:02:55	00:16:34	01:57:47	00:00:49	00:21:26
	22	00:03:50	00:06:01	00:01:39	00:03:05	00:55:00	02:43:52	00:02:36	00:56:37
	23	00:04:36	00:20:04	00:00:51	00:06:51	01:21:53	03:05:40	00:01:16	01:14:38
S+,SA+	0	.	.	.	.	02:01:47	04:49:24	00:00:42	01:48:22
	1	.	.	.	.	03:02:43	05:46:57	00:01:06	01:53:03
	2	00:01:42	00:01:42	00:01:42	.	03:50:08	06:09:32	00:05:10	01:57:24
	3	.	.	.	.	03:48:03	06:42:21	01:41:41	02:04:28

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
	4	00:02:52	00:03:33	00:02:11	00:00:57	03:48:59	08:17:33	00:04:37	02:53:54
	5	00:01:47	00:03:00	00:00:43	00:00:50	05:07:33	09:42:05	00:01:04	03:27:39
	6	00:03:12	00:06:00	00:00:29	00:01:39	02:27:36	10:25:57	00:01:21	02:56:16
	7	00:03:47	00:14:04	00:01:02	00:02:41	01:45:51	11:45:20	00:01:33	02:59:35
	8	00:03:42	00:13:03	00:00:27	00:02:42	01:04:51	11:56:18	00:01:03	02:30:38
	9	00:05:05	00:49:33	00:00:18	00:09:34	00:54:27	07:40:41	00:01:24	01:09:01
	10	00:03:05	00:32:17	00:00:19	00:03:53	00:47:19	07:27:40	00:00:06	01:09:26
	11	00:02:48	00:16:54	00:00:04	00:02:27	00:29:46	02:42:09	00:00:10	00:35:30
	12	00:03:52	00:20:22	00:00:46	00:05:04	00:40:09	02:29:43	00:02:30	00:34:46
	13	00:04:11	00:18:04	00:00:08	00:03:57	01:06:20	03:32:35	00:00:40	00:56:55
	14	00:07:21	01:25:11	00:00:41	00:15:29	01:19:06	04:22:47	00:00:32	01:08:49
	15	00:03:19	00:06:49	00:00:49	00:01:41	01:44:43	05:19:15	00:00:17	01:25:28
	16	00:05:56	00:42:20	00:00:51	00:08:06	01:42:53	05:31:52	00:01:12	01:35:58
	17	00:04:38	00:55:48	00:00:02	00:08:07	01:20:25	06:10:54	00:00:27	01:38:22
	18	00:04:31	00:33:19	00:00:20	00:05:17	01:05:03	07:30:10	00:00:23	01:26:10
	19	00:03:02	00:10:11	00:00:31	00:01:53	00:42:13	07:17:48	00:00:24	01:04:46
	20	00:03:39	00:36:01	00:00:16	00:05:38	00:31:34	05:51:11	00:01:02	00:37:09
	21	00:02:40	00:08:19	00:00:38	00:02:20	00:36:18	02:02:10	00:00:42	00:32:56
	22	00:01:09	00:01:25	00:00:54	00:00:21	00:40:02	02:17:25	00:00:55	00:46:36
	23	00:00:57	00:01:43	00:00:35	00:00:26	02:13:07	04:07:07	00:01:09	01:19:46
S-,SA+	0	01:51:27	04:41:17	00:02:14	02:02:25	00:01:51	00:01:51	00:01:51	.
	1	00:59:17	02:42:42	00:01:02	01:04:07	00:49:44	02:43:18	00:01:21	01:17:08
	2	00:40:02	01:36:50	00:00:36	00:43:02	.	.	.	.
	3	00:33:58	00:33:58	00:33:58	.	.	.	.	.
	4	02:45:35	07:28:37	00:00:47	02:29:39	00:05:16	00:05:16	00:05:16	.
	5	01:01:32	03:01:08	00:01:44	01:24:16	00:02:02	00:02:29	00:01:13	00:00:34
	6	01:56:19	09:40:20	00:01:39	02:54:01	00:11:59	00:44:36	00:00:40	00:14:40
	7	00:20:02	06:22:29	00:00:19	01:11:13	00:07:06	00:42:31	00:00:29	00:11:10
	8	00:13:42	06:03:38	00:00:34	00:47:06	00:12:54	01:25:19	00:00:21	00:19:31
	9	00:09:58	01:10:06	00:00:37	00:16:09	00:19:58	01:12:58	00:00:42	00:19:39
	10	00:06:19	01:38:35	00:00:38	00:13:12	00:15:13	01:58:16	00:00:12	00:24:31
	11	00:13:26	02:20:39	00:00:21	00:31:43	00:18:20	03:42:30	00:00:09	00:37:10
	12	00:28:04	02:33:25	00:00:27	00:46:27	00:43:14	02:53:53	00:00:23	00:51:00
	13	00:18:00	03:31:49	00:00:12	00:40:57	00:19:46	03:10:42	00:00:14	00:40:04
	14	00:33:33	03:15:44	00:00:39	01:04:50	00:32:58	03:32:33	00:00:17	00:55:57
	15	01:07:29	05:21:09	00:01:23	01:49:34	00:24:32	02:37:16	00:00:15	00:41:55
	16	00:46:04	05:39:11	00:00:44	01:27:31	00:38:27	05:23:37	00:00:42	01:13:33
	17	00:49:51	06:15:46	00:00:14	01:31:45	00:44:15	06:32:44	00:00:02	01:15:26
	18	00:20:35	04:07:39	00:00:04	00:42:20	00:29:34	05:32:27	00:00:12	00:47:54
	19	00:16:39	04:34:53	00:00:05	00:37:38	00:16:05	05:01:51	00:00:03	00:33:24
	20	00:08:51	01:10:24	00:00:02	00:13:21	00:10:54	01:07:12	00:00:10	00:15:46
	21	00:09:01	00:49:36	00:00:24	00:12:18	00:08:16	01:08:07	00:00:45	00:16:09
	22	00:29:21	03:17:22	00:00:33	00:59:56	00:14:25	01:47:56	00:01:05	00:30:31
	23	00:35:54	02:59:44	00:00:24	00:46:20	00:16:54	02:19:37	00:01:03	00:46:01
S-,SA-	.	.	.	.	.	.	.	.	.

S+,SA+	0	.	.	.	.	04:49:16	05:23:32	04:18:36	00:29:37
	1	.	.	.	.	03:02:47	06:03:30	00:02:04	04:15:34
	2	00:02:14	00:02:14	00:02:14	.	03:27:25	05:30:19	01:31:03	01:59:46
	3	.	.	.	.	06:58:21	06:58:21	06:58:21	.
	4	.	.	.	.	08:08:33	08:38:37	07:42:14	00:20:02
	5	00:03:58	00:18:09	00:00:48	00:05:28	08:33:40	12:14:11	00:03:02	02:39:40
	6	00:03:05	00:08:21	00:00:47	00:02:01	05:48:03	12:44:34	00:01:23	04:50:18
	7	00:06:41	01:07:42	00:00:41	00:14:55	02:55:37	13:16:13	00:00:38	04:01:25
	8	00:02:05	00:06:32	00:00:14	00:01:35	01:04:03	09:36:47	00:00:16	01:21:25
	9	00:04:16	00:24:20	00:00:29	00:04:58	01:20:21	11:29:00	00:00:24	01:34:25
	10	00:05:50	01:19:37	00:00:11	00:13:12	00:58:02	03:29:52	00:00:21	00:53:57

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
	11	00:07:17	00:43:51	00:00:42	00:09:38	00:40:49	03:31:10	00:00:21	00:47:32
	12	00:23:42	02:04:38	00:00:43	00:39:51	01:10:10	03:48:27	00:01:23	00:58:58
	13	00:36:47	03:36:06	00:00:20	01:06:40	01:52:35	05:26:50	00:00:35	01:36:49
	14	00:38:27	03:20:32	00:00:05	01:08:05	01:54:08	05:34:42	00:02:19	01:40:57
	15	00:50:31	03:30:25	00:01:44	01:00:54	02:10:15	06:05:59	00:02:14	01:54:12
	16	00:33:02	05:19:57	00:00:29	01:10:47	02:13:30	06:54:29	00:01:20	01:57:37
	17	00:28:22	03:37:12	00:00:45	00:56:10	02:03:11	07:21:23	00:01:19	02:06:14
	18	00:06:01	00:58:17	00:00:35	00:11:36	01:07:57	07:34:31	00:00:09	01:22:23
	19	00:02:24	00:06:36	00:00:33	00:01:25	00:57:03	05:23:13	00:01:27	00:51:30
	20	00:02:00	00:04:45	00:00:29	00:01:17	01:02:51	04:30:11	00:00:32	01:03:32
	21	00:01:12	00:01:12	00:01:12	.	02:35:14	04:22:02	00:29:48	01:15:16
	22	.	.	.	.	02:23:50	04:13:59	00:23:12	01:14:17
	23	00:01:29	00:02:12	00:00:46	00:00:43	03:17:19	05:10:17	00:01:17	01:23:19

Anhang 31: Tabelle Statistik tägliche Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungen in den Perioden, Versuch 1

		Periode							
		S-,SA-	S-,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S+,SA+	S-,SA+	S-,SA-	S+,SA+
Gesamt	MW	20	22	22	22	22	22	21	17
	Max	20	22	22	22	22	22	21	21
	Min	19	22	21	22	22	21	19	16
	s	1	0	0	0	0	0	1	2
FA 1	MW	19	21	21	20	19	19	19	16
	Max	20	22	22	22	21	21	21	19
	Min	17	17	17	18	16	13	4	11
	s	1	2	2	1	1	2	5	2
FA 2	MW	19	21	21	22	22	21	19	16
	Max	20	22	22	22	22	22	21	20
	Min	16	20	20	20	20	14	5	14
	s	1	1	1	1	1	2	4	2
Bereich B	MW	0	21	20	18	18	19	0	13
	Max	1	22	22	22	22	22	0	16
	Min	0	21	18	10	9	8	0	5
	s	0	1	1	4	4	3	0	3
WS 5	MW	14	15	11	16	18	21	20	16
	Max	17	18	14	19	20	22	21	19
	Min	10	10	6	8	16	18	12	13
	s	2	3	2	3	1	1	2	1
WS 6	MW	19	22	22	22	22	22	20	16
	Max	20	22	22	22	22	22	21	21
	Min	18	22	21	22	21	19	13	13
	s	1	0	0	0	0	1	2	2
Bereich C	MW	18	21	21	22	21	19	17	13
	Max	20	22	22	22	22	22	21	16
	Min	17	20	20	19	16	2	0	5
	s	1	1	1	1	2	5	7	4
Bereich D	MW	0	0	21	22	21	18	0	16
	Max	0	1	22	22	22	21	0	21
	Min	0	0	19	21	20	1	0	15
	s	0	0	1	0	1	5	0	2

Anhang 32: Tabelle Teststatistik^c zur täglichen Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungen in den Perioden, Versuch 1

Erkennungsort		Periode S-,SA+ - Periode S-,SA-	Periode S+,SA+ - Periode S-,SA+	Periode S+,SA+ - Periode S+,SA+	Periode S+,SA+ - Periode S+,SA+	Periode S-,SA+ - Periode S+,SA+	Periode S-,SA- - Periode S-,SA+	Periode S+,SA+ - Periode S-,SA-
FA 1	Z Sig.	-2,220(a) ,026	-,938(b) ,348	-,103(a) ,918	-2,487(b) ,013	-1,134(a) ,257	-,277(b) ,782	-2,206(b) ,027
FA 2	Z Sig.	-2,401(a) ,016	-,333(a) ,739	-1,897(a) ,058	-1,414(a) ,157	-1,604(b) ,109	-3,213(b) ,001	-2,206(b) ,027
Bereich B	Z Sig.		-2,264(b) ,024	-,769(b) ,442	-,563(a) ,573	-,491(a) ,623		
WS 5	Z Sig.	-,420(a) ,674	-2,205(b) ,027	-2,828(a) ,005	-2,787(a) ,005	-3,443(a) ,001	-,862(b) ,389	-2,822(b) ,005
WS 6	Z Sig.	-2,401(a) ,016	-1,414(b) ,157	-1,414(a) ,157	-2,000(b) ,046	-,816(b) ,414	-3,207(b) ,001	-3,047(b) ,002
Bereich C	Z Sig.	-2,392(a) ,017	-1,134(b) ,257	-1,000(a) ,317	-1,761(b) ,078	-,540(b) ,589	-2,155(b) ,031	-2,830(b) ,005
Bereich D	Z Sig.			-1,633(a) ,102	-1,613(b) ,107	-3,314(b) ,001		

a Based on positive ranks. b Based on negative ranks. c Wilcoxon Rank Test, Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 33: Statistik zur Anzahl Besuche je Tag an den Erkennungsstellen, Versuch 2

	MW	Max	Min	s
Gesamtsumme je Tag	1200	1732	288	260
FA 1	182	265	94	39
FA 2	154	355	57	41
WS 5	143	373	31	70
WS 6	463	838	122	147
Bereich B	72	177	12	41
Bereich C	143	319	21	63
Bereich D	74	214	18	39

Anhang 34: Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 2

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	13	,0	,0	,0
0:00:01 - 0:05:00	15086	50,6	50,6	50,7
0:05:01 - 0:10:00	1131	3,8	3,8	54,5
0:10:01 - 0:15:00	807	2,7	2,7	57,2
0:15:01 - 0:20:00	702	2,4	2,4	59,5
0:20:01 - 0:25:00	534	1,8	1,8	61,3
0:25:01 - 0:30:00	415	1,4	1,4	62,7
0:30:01 - 0:35:00	378	1,3	1,3	64,0
0:35:01 - 0:40:00	347	1,2	1,2	65,2
0:40:01 - 0:45:00	313	1,1	1,1	66,2
0:45:01 - 0:50:00	293	1,0	1,0	67,2
0:50:01 - 0:55:00	244	,8	,8	68,0
0:55:01 - 1:00:00	235	,8	,8	68,8
1:00:01 - 1:05:00	226	,8	,8	69,6
1:05:01 - 1:10:00	210	,7	,7	70,3
1:10:01 - 1:15:00	188	,6	,6	70,9
1:15:01 - 1:20:00	207	,7	,7	71,6
1:20:01 - 1:25:00	190	,6	,6	72,2
1:25:01 - 1:30:00	187	,6	,6	72,9

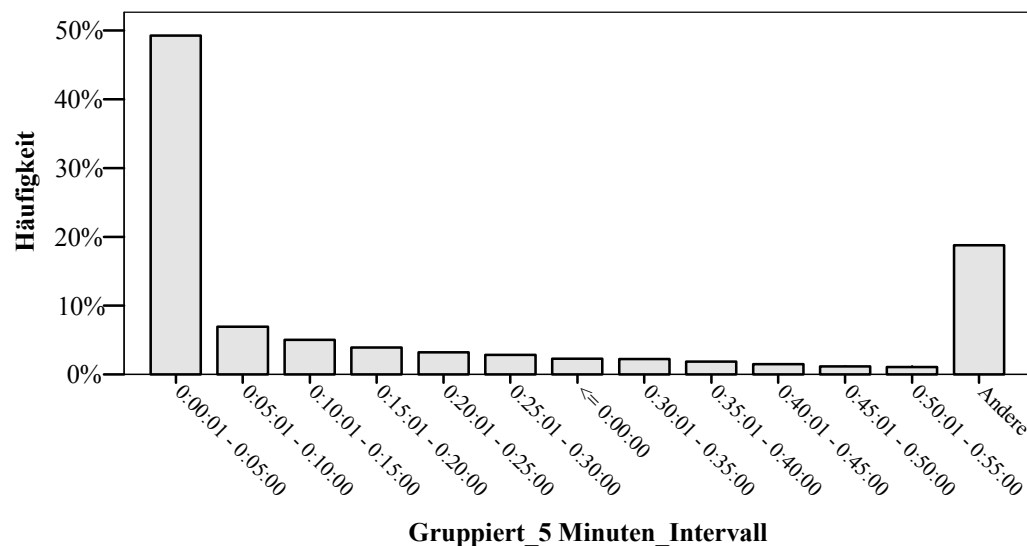
Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
1:30:01 - 1:35:00	200	,7	,7	73,5
1:35:01 - 1:40:00	194	,7	,7	74,2
1:40:01 - 1:45:00	165	,6	,6	74,7
1:45:01 - 1:50:00	187	,6	,6	75,4
1:50:01 - 1:55:00	189	,6	,6	76,0
1:55:01 - 2:00:00	175	,6	,6	76,6
2:00:01 - 2:05:00	166	,6	,6	77,1
2:05:01 - 2:10:00	169	,6	,6	77,7
2:10:01 - 2:15:00	183	,6	,6	78,3
2:15:01 - 2:20:00	150	,5	,5	78,8
2:20:01 - 2:25:00	150	,5	,5	79,3
2:25:01 - 2:30:00	168	,6	,6	79,9
2:30:01 - 2:35:00	176	,6	,6	80,5
2:35:01 - 2:40:00	150	,5	,5	81,0
2:40:01 - 2:45:00	169	,6	,6	81,6
2:45:01 - 2:50:00	156	,5	,5	82,1
2:50:01 - 2:55:00	160	,5	,5	82,6
2:55:01 - 3:00:00	135	,5	,5	83,1
3:00:01 - 3:05:00	147	,5	,5	83,6
3:05:01 - 3:10:00	115	,4	,4	84,0
3:10:01 - 3:15:00	142	,5	,5	84,4
3:15:01 - 3:20:00	129	,4	,4	84,9
3:20:01 - 3:25:00	148	,5	,5	85,4
3:25:01 - 3:30:00	119	,4	,4	85,8
3:30:01 - 3:35:00	120	,4	,4	86,2
3:35:01 - 3:40:00	106	,4	,4	86,5
3:40:01 - 3:45:00	88	,3	,3	86,8
3:45:01 - 3:50:00	102	,3	,3	87,2
3:50:01 - 3:55:00	92	,3	,3	87,5
3:55:01 - 4:00:00	99	,3	,3	87,8
4:00:01 - 4:05:00	88	,3	,3	88,1
4:05:01 - 4:10:00	81	,3	,3	88,4
4:10:01 - 4:15:00	74	,2	,2	88,6
4:15:01 - 4:20:00	86	,3	,3	88,9
4:20:01 - 4:25:00	83	,3	,3	89,2
4:25:01 - 4:30:00	69	,2	,2	89,4
4:30:01 - 4:35:00	73	,2	,2	89,7
4:35:01 - 4:40:00	80	,3	,3	89,9
4:40:01 - 4:45:00	49	,2	,2	90,1
...				
Total	29789	100,0	100,0	

Anhang 35: Tabelle Zwischenzeit von FA 1 & FA 2 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 2

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	13	,1	,1	,1
0:00:01 - 0:00:05	35	,2	,2	,3
0:00:06 - 0:00:10	282	1,9	1,9	2,2
0:00:11 - 0:00:15	3663	24,3	24,3	26,4
0:00:16 - 0:00:20	2351	15,6	15,6	42,0
0:00:21 - 0:00:25	1565	10,4	10,4	52,4
0:00:26 - 0:00:30	1082	7,2	7,2	59,5
0:00:31 - 0:00:35	731	4,8	4,8	64,4
0:00:36 - 0:00:40	474	3,1	3,1	67,5
0:00:41 - 0:00:45	397	2,6	2,6	70,2
0:00:46 - 0:00:50	341	2,3	2,3	72,4

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
0:00:51 - 0:00:55	316	2,1	2,1	74,5
0:00:56 - 0:01:00	290	1,9	1,9	76,4
0:01:01 - 0:01:05	297	2,0	2,0	78,4
0:01:06 - 0:01:10	243	1,6	1,6	80,0
0:01:11 - 0:01:15	229	1,5	1,5	81,5
0:01:16 - 0:01:20	200	1,3	1,3	82,8
0:01:21 - 0:01:25	188	1,2	1,2	84,1
0:01:26 - 0:01:30	156	1,0	1,0	85,1
0:01:31 - 0:01:35	148	1,0	1,0	86,1
0:01:36 - 0:01:40	123	,8	,8	86,9
0:01:41 - 0:01:45	119	,8	,8	87,7
0:01:46 - 0:01:50	108	,7	,7	88,4
0:01:51 - 0:01:55	86	,6	,6	89,0
0:01:56 - 0:02:00	96	,6	,6	89,6
0:02:01 - 0:02:05	88	,6	,6	90,2
...				
Total	15099	100,0	100,0	

Anhang 36: Abbildung Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 2



Anhang 37: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Minutenintervall, Versuch 2

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	1259	2,3	2,3	2,3
0:00:01 - 0:05:00	27145	49,2	49,2	51,5
0:05:01 - 0:10:00	3819	6,9	6,9	58,4
0:10:01 - 0:15:00	2760	5,0	5,0	63,4
0:15:01 - 0:20:00	2156	3,9	3,9	67,3
0:20:01 - 0:25:00	1760	3,2	3,2	70,5
0:25:01 - 0:30:00	1562	2,8	2,8	73,4
0:30:01 - 0:35:00	1230	2,2	2,2	75,6
0:35:01 - 0:40:00	1030	1,9	1,9	77,5
0:40:01 - 0:45:00	830	1,5	1,5	79,0
0:45:01 - 0:50:00	647	1,2	1,2	80,1
0:50:01 - 0:55:00	590	1,1	1,1	81,2
0:55:01 - 1:00:00	470	,9	,9	82,1
1:00:01 - 1:05:00	419	,8	,8	82,8
1:05:01 - 1:10:00	370	,7	,7	83,5

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
1:10:01 - 1:15:00	331	,6	,6	84,1
1:15:01 - 1:20:00	322	,6	,6	84,7
1:20:01 - 1:25:00	297	,5	,5	85,2
1:25:01 - 1:30:00	292	,5	,5	85,7
1:30:01 - 1:35:00	257	,5	,5	86,2
1:35:01 - 1:40:00	279	,5	,5	86,7
1:40:01 - 1:45:00	265	,5	,5	87,2
1:45:01 - 1:50:00	282	,5	,5	87,7
1:50:01 - 1:55:00	253	,5	,5	88,2
1:55:01 - 2:00:00	249	,5	,5	88,6
2:00:01 - 2:05:00	212	,4	,4	89,0
2:05:01 - 2:10:00	217	,4	,4	89,4
2:10:01 - 2:15:00	228	,4	,4	89,8
2:15:01 - 2:20:00	201	,4	,4	90,2
...				
Total	55155	100,0	100,0	

Anhang 38: Tabelle Zwischenzeit von WS 5 & WS 6 gruppiert in 5 Sekundenintervall der ersten 5 Minuten, Versuch 2

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
<= 0:00:00	1259	4,4	4,4	4,4
0:00:01 - 0:00:05	4216	14,8	14,8	19,3
0:00:06 - 0:00:10	1857	6,5	6,5	25,8
0:00:11 - 0:00:15	4735	16,7	16,7	42,5
0:00:16 - 0:00:20	2679	9,4	9,4	51,9
0:00:21 - 0:00:25	1758	6,2	6,2	58,1
0:00:26 - 0:00:30	1266	4,5	4,5	62,6
0:00:31 - 0:00:35	940	3,3	3,3	65,9
0:00:36 - 0:00:40	728	2,6	2,6	68,4
0:00:41 - 0:00:45	592	2,1	2,1	70,5
0:00:46 - 0:00:50	476	1,7	1,7	72,2
0:00:51 - 0:00:55	391	1,4	1,4	73,6
0:00:56 - 0:01:00	345	1,2	1,2	74,8
0:01:01 - 0:01:05	307	1,1	1,1	75,9
0:01:06 - 0:01:10	307	1,1	1,1	76,9
0:01:11 - 0:01:15	274	1,0	1,0	77,9
0:01:16 - 0:01:20	245	,9	,9	78,8
0:01:21 - 0:01:25	238	,8	,8	79,6
0:01:26 - 0:01:30	232	,8	,8	80,4
0:01:31 - 0:01:35	251	,9	,9	81,3
0:01:36 - 0:01:40	179	,6	,6	81,9
0:01:41 - 0:01:45	230	,8	,8	82,8
0:01:46 - 0:01:50	175	,6	,6	83,4
0:01:51 - 0:01:55	191	,7	,7	84,0
0:01:56 - 0:02:00	179	,6	,6	84,7
0:02:01 - 0:02:05	188	,7	,7	85,3
0:02:06 - 0:02:10	190	,7	,7	86,0
0:02:11 - 0:02:15	168	,6	,6	86,6
0:02:16 - 0:02:20	154	,5	,5	87,1
0:02:21 - 0:02:25	136	,5	,5	87,6
0:02:26 - 0:02:30	165	,6	,6	88,2
0:02:31 - 0:02:35	156	,5	,5	88,7
0:02:36 - 0:02:40	144	,5	,5	89,3
0:02:41 - 0:02:45	132	,5	,5	89,7
0:02:46 - 0:02:50	154	,5	,5	90,3
...				

Wert	Häufigkeit	Prozent	Valid Prozent	Kumulativ Prozent
Total	28404	100,0	100,0	

Anhang 39: Statistik zur Anzahl der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2

Periode	Statistik	Sum Gesamt	FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D
SA-,WM-	MW	1188	187	155	75	545	.	225	.
	Max	1578	265	229	199	838	.	319	.
	Min	520	99	67	20	203	.	114	.
	s	272	54	46	46	155	.	65	.
SA+,WM+	MW	1348	173	138	85	584	90	158	122
	Max	1650	254	157	130	762	166	233	214
	Min	389	61	60	35	151	20	58	4
	s	317	50	26	31	159	38	40	52
SA+,WM-	MW	1270	178	168	120	479	110	157	58
	Max	1732	247	355	200	617	177	245	107
	Min	391	51	40	50	144	28	42	15
	s	352	53	84	41	115	49	56	29
SA-,WM+	MW	1105	148	127	161	439	57	100	74
	Max	1544	210	168	373	704	103	146	124
	Min	441	73	74	72	106	16	62	28
	s	264	37	29	90	129	26	27	28
SA-,WM-	MW	1076	170	144	176	356	58	122	50
	Max	1371	261	229	251	462	119	164	86
	Min	458	80	66	73	165	7	52	15
	s	251	43	40	47	84	30	33	21
SA+,WM+	MW	1039	172	139	210	330	43	86	59
	Max	1241	229	179	332	479	80	119	81
	Min	479	75	81	103	115	12	42	24
	s	202	42	29	64	84	22	23	16
SA+,WM+	MW	606	139	134	106	185	30	48	34
	Max	843	215	215	140	230	47	95	53
	Min	288	68	57	57	122	12	15	15
	s	186	69	50	28	38	13	27	14

Anhang 40: Tabelle Teststatistik ^c Anzahl der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2

Periode		FA 2 - FA 1	WS 5 - FA 1	WS 6 - FA 1	WS 5 - FA 2	WS 6 - FA 2	WS 6 - WS 5	Bereich C - Bereich B	Bereich D - Bereich B	Bereich D - Bereich C
SA-,WM-	Z	-3,670a	-8,402a	-15,236b	-7,881a	-15,043b	-13,388b			
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000			
SA+,WM+	Z	-3,325a	-6,366a	-15,213b	-4,062a	-14,860b	-13,087b	-12,071b	-7,184b	-6,707a
	Sig.	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA+,WM-	Z	-,488a	-5,033a	-14,582b	-4,041a	-14,386b	-13,888b	-10,155b	-10,514a	-13,796a
	Sig.	,625	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA-,WM+	Z	-2,563a	-3,127b	-14,669b	-4,690b	-14,397b	-11,246b	-9,833b	-4,279b	-6,112a
	Sig.	,010	,002	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA-,WM-	Z	-3,221a	-2,433b	-13,564b	-5,013b	-13,370b	-11,476b	-12,076b	-3,250a	-13,150a
	Sig.	,001	,015	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,000
SA+,WM+	Z	-3,602a	-4,856b	-11,216b	-7,815b	-11,306b	-6,225b	-7,532b	-2,590b	-4,846a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,010	,000
SA+,WM+	Z	-1,578a	-1,923a	-2,542b	-1,226a	-3,132b	-4,917b	-4,305b	-,206b	-3,251a
	Sig.	,115	,054	,011	,220	,002	,000	,000	,837	,001

a Based on negative ranks. b Based on positive ranks. c Wilcoxon Signed Ranks Test
Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 41: Tabelle Teststatistik ^c Summe der Besuche je Tag an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2

	Periode SA+,WM+ - Periode SA-,WM-	Periode SA+,WM- - Periode SA+,WM+	Periode SA-,WM+ - Periode SA+,WM-	Periode SA-,WM- - Periode SA-,WM+	Periode SA+,WM+ - Periode SA-,WM-	Periode SA+,WM+ - Periode SA+,WM+
Z	-2,726a	-1,704b	-2,669b	-,568b	-1,412b	-2,521b
Sig.	,006	,088	,008	,570	,158	,012

a Based on negative ranks. b Based on positive ranks. c Wilcoxon Signed Ranks Test

Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 42: Tabelle zur Statistik Anzahl der Besuche je Tier und Tag in den Perioden, Versuch 2

		Periode						
		SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM-	SA-,WM+	SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM+
FA 1	MW	9	8	8	7	8	8	13
	Max	47	36	40	22	28	38	32
	Min	1	1	1	1	1	1	2
	s	6	6	7	5	5	5	8
FA 2	MW	7	7	8	6	7	7	12
	Max	48	26	58	28	34	29	55
	Min	1	1	1	1	1	1	1
	s	5	5	7	5	6	5	10
Bereich B	MW	.	4	5	3	3	3	3
	Max	.	13	18	13	22	12	7
	Min	.	1	1	1	1	1	1
	s	.	3	3	2	3	2	2
WS 5	MW	5	5	6	8	9	10	10
	Max	32	30	28	35	33	40	26
	Min	1	1	1	1	1	1	1
	s	4	5	5	7	5	6	5
WS 6	MW	25	27	22	20	16	16	17
	Max	65	103	68	144	45	67	40
	Min	3	1	1	1	1	1	1
	s	11	11	10	14	7	10	9
Bereich C	MW	10	7	7	5	6	4	5
	Max	28	22	22	23	34	29	12
	Min	1	1	1	1	1	1	1
	s	4	3	4	3	4	3	3
Bereich D	MW	.	6	3	4	3	3	3
	Max	.	20	12	16	17	12	11
	Min	.	1	1	1	1	1	1
	s	.	3	2	2	2	2	2

Anhang 43: Tabelle zur Korrelation der Anzahl Besuche je Tier und Tag an den Erkennungsorten in den Perioden, Versuch 2

Periode			FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D
SA-,WM-	FA 1	r	1,000	,335**	,125	,233**	.	,255**	.
		Sig.	.	,000	,051	,000	.	,000	.
	FA 2	N	325	313	243	325	0	325	0
		r	,335**	1,000	,246**	-,004	.	,263**	.
	FA 2	Sig.	,000	.	,000	,947	.	,000	.
		N	313	318	239	318	0	318	0
	WS 5	r	,125	,246**	1,000	-,168**	.	,313**	.
		Sig.	,051	,000	.	,008	.	,000	.
	WS 5	N	243	239	247	247	0	247	0
		r	,233**	-,004	-,168**	1,000	.	,156**	.

Periode			FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D	
		Sig.	,000	,947	,008	.	.	,004	.	
		N	325	318	247	330	0	330	0	
	Bereich B	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	0	0	0	0	0	0	0	
	Bereich C	r	,255**	,263**	,313**	,156**	.	1,000	.	
		Sig.	,000	,000	,000	,004	.	.	.	
		N	325	318	247	330	0	330	0	
	Bereich D	r	.	.	.	.	.	.	.
		Sig.	.	.	.	.	.	.	.
		N	0	0	0	0	0	0	0	
	SA+,WM+	FA 1	r	1,000	,057	-,004	,103	,275**	,234**	,283**
		Sig.	.	,330	,950	,067	,000	,000	,000	
		N	315	292	231	315	295	315	300	
	FA 2	r	,057	1,000	-,017	,050	,174**	,301**	,189**	
		Sig.	,330	.	,803	,392	,003	,000	,001	
	N	292	300	225	300	285	300	288		
	WS 5	r	-,004	-,017	1,000	-,076	,073	,146*	,036	
		Sig.	,950	,803	.	,245	,273	,025	,587	
		N	231	225	237	237	227	237	226	
	WS 6	r	,103	,050	-,076	1,000	,179**	,201**	,140*	
		Sig.	,067	,392	,245	.	,002	,000	,015	
		N	315	300	237	323	301	323	303	
	Bereich B	r	,275**	,174**	,073	,179**	1,000	,337**	,366**	
		Sig.	,000	,003	,273	,002	.	,000	,000	
	N	295	285	227	301	301	301	289		
	Bereich C	r	,234**	,301**	,146*	,201**	,337**	1,000	,326**	
		Sig.	,000	,000	,025	,000	,000	.	,000	
		N	315	300	237	323	301	323	303	
	Bereich D	r	,283**	,189**	,036	,140*	,366**	,326**	1,000	
		Sig.	,000	,001	,587	,015	,000	,000	.	
		N	300	288	226	303	289	303	303	
	SA+,WM-	FA 1	r	1,000	,057	,018	,227**	,103	,144*	,047
		Sig.	.	,327	,765	,000	,073	,011	,443	
	N	318	302	286	318	305	315	268		
	FA 2	r	,057	1,000	,005	,228**	,299**	,381**	,133*	
		Sig.	,327	.	,929	,000	,000	,000	,031	
		N	302	314	282	313	302	311	266	
	WS 5	r	,018	,005	1,000	-,131*	,072	,005	,152*	
		Sig.	,765	,929	.	,024	,223	,930	,015	
		N	286	282	294	294	286	291	254	
	WS 6	r	,227**	,228**	-,131*	1,000	,262**	,407**	,243**	
		Sig.	,000	,000	,024	.	,000	,000	,000	
	N	318	313	294	329	314	326	277		
	Bereich B	r	,103	,299**	,072	,262**	1,000	,532**	,387**	
		Sig.	,073	,000	,223	,000	.	,000	,000	
		N	305	302	286	314	314	311	271	
	Bereich C	r	,144*	,381**	,005	,407**	,532**	1,000	,435**	
		Sig.	,011	,000	,930	,000	,000	.	,000	
		N	315	311	291	326	311	326	275	
	Bereich D	r	,047	,133*	,152*	,243**	,387**	,435**	1,000	
		Sig.	,443	,031	,015	,000	,000	,000	.	
	N	268	266	254	277	271	275	277		
	SA-,WM+	FA 1	r	1,000	,142*	,101	,250**	,226**	,175**	,237**
		Sig.	.	,013	,090	,000	,000	,002	,000	
		N	319	305	281	318	269	317	297	
	FA 2	r	,142*	1,000	,153*	-,024	,142*	,121*	,125*	
		Sig.	,013	.	,010	,671	,021	,033	,033	

Periode		FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D
	N	305	315	280	313	263	313	292
	WS 5	r	,101	,153*	1,000	-,120*	-,054	-,004
		Sig.	,090	,010	.	,043	,109	,945
		N	281	280	290	288	288	272
	WS 6	r	,250**	-,024	-,120*	1,000	,232**	,165**
		Sig.	,000	,671	,043	.	,000	,003
		N	318	313	288	328	274	326
	Bereich B	r	,226**	,142*	-,054	,232**	1,000	,506**
		Sig.	,000	,021	,402	,000	.	,000
		N	269	263	244	274	275	273
	Bereich C	r	,175**	,121*	-,095	,165**	,506**	1,000
		Sig.	,002	,033	,109	,003	,000	.
		N	317	313	288	326	273	328
	Bereich D	r	,237**	,125*	-,004	,238**	,385**	,329**
		Sig.	,000	,033	,945	,000	,000	,000
		N	297	292	272	304	258	303
SA-,WM-	FA 1	r	1,000	,293**	,281**	,165**	,153*	,301**
		Sig.	.	,000	,000	,003	,012	,000
		N	325	306	297	325	266	325
	FA 2	r	,293**	1,000	,307**	,077	,314**	,384**
		Sig.	,000	.	,000	,175	,000	,000
		N	306	311	288	311	257	311
	WS 5	r	,281**	,307**	1,000	,035	,234**	,229**
		Sig.	,000	,000	.	,545	,000	,000
		N	297	288	302	302	250	302
	WS 6	r	,165**	,077	,035	1,000	,313**	,447**
		Sig.	,003	,175	,545	.	,000	,000
		N	325	311	302	330	269	330
SA+,WM+	Bereich B	r	,153*	,314**	,234**	,313**	1,000	,605**
		Sig.	,012	,000	,000	,000	.	,000
		N	266	257	250	269	269	269
	Bereich C	r	,301**	,384**	,229**	,447**	,605**	1,000
		Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	.
		N	325	311	302	330	269	330
	Bereich D	r	,268**	,218**	,176**	,315**	,448**	,478**
		Sig.	,000	,000	,005	,000	,000	,000
		N	269	260	253	272	236	272
	FA 1	r	1,000	,358**	,131*	,219**	,088	,204**
		Sig.	.	,000	,029	,000	,188	,000
		N	302	282	278	298	226	300
	FA 2	r	,358**	1,000	,319**	,007	,188**	,303**
		Sig.	,000	.	,000	,908	,006	,000
		N	282	285	266	280	215	283
	WS 5	r	,131*	,319**	1,000	-,117	,266**	,353**
		Sig.	,029	,000	.	,052	,000	,000
		N	278	266	281	274	207	279
	WS 6	r	,219**	,007	-,117	1,000	,081	,056
		Sig.	,000	,908	,052	.	,226	,339
		N	298	280	274	298	224	296
	Bereich B	r	,088	,188**	,266**	,081	1,000	,284**
		Sig.	,188	,006	,000	,226	.	,000
		N	226	215	207	224	228	226
	Bereich C	r	,204**	,303**	,353**	,056	,284**	1,000
		Sig.	,000	,000	,000	,339	,000	.
		N	300	283	279	296	226	305
	Bereich D	r	,214**	,159*	,157*	,161**	,183*	,294**
		Sig.	,001	,013	,013	,010	,010	,000
		N	260	246	246	257	196	261

Periode			FA 1	FA 2	WS 5	WS 6	Bereich B	Bereich C	Bereich D
SA+, WM+	FA 1	r	1,000	,596**	,500**	,105	,309*	-,023	,451**
		Sig.	.	,000	,001	,496	,050	,888	,004
		N	44	44	44	44	41	41	39
	FA 2	r	,596**	1,000	,447**	,078	,362**	,236*	,255*
		Sig.	,000	.	,000	,470	,001	,030	,022
		N	44	89	87	88	77	85	80
	WS 5	r	,500**	,447**	1,000	-,158	,097	,073	,281*
		Sig.	,001	,000	.	,143	,402	,506	,012
		N	44	87	87	87	76	84	79
	WS 6	r	,105	,078	-,158	1,000	,118	,241*	,048
		Sig.	,496	,470	,143	.	,306	,026	,670
		N	44	88	87	88	77	85	80
	Bereich B	r	,309*	,362**	,097	,118	1,000	,335**	,245*
		Sig.	,050	,001	,402	,306	.	,004	,038
		N	41	77	76	77	77	74	72
	Bereich C	r	-,023	,236*	,073	,241*	,335**	1,000	,058
		Sig.	,888	,030	,506	,026	,004	.	,614
		N	41	85	84	85	74	85	77
	Bereich D	r	,451**	,255*	,281*	,048	,245*	,058	1,000
		Sig.	,004	,022	,012	,670	,038	,614	.
		N	39	80	79	80	72	77	80

** Correlation is significant at the 0.01 level .

* Correlation is significant at the 0.05 level .

Sig. (2-tailed) nach Spearman

Anhang 44: Tabelle Statistik Aufenthaltsdauer je Tier und Tag (%) in Periode 3-9, Versuch 2

			MW	Max	Min	s
Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Periode	SA-, WM-	30,55	99,45	4,02	19,54
		SA+, WM+	28,40	91,66	3,30	14,78
		SA+, WM-	25,92	99,93	5,98	17,15
		SA-, WM+	33,81	89,44	6,56	15,05
		SA-, WM-	25,67	86,64	,00	13,87
		SA+, WM+	36,32	97,27	,00	16,70
		SA+, WM-	38,74	93,03	9,88	16,57
		SA+, WM+				
Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Periode	SA-, WM-	,00	,00	,00	,00
		SA+, WM+	1,64	12,53	,00	1,54
		SA+, WM-	2,48	10,32	,00	1,95
		SA-, WM+	2,76	45,33	,00	5,94
		SA-, WM-	1,65	24,50	,00	2,76
		SA+, WM+	5,53	44,09	,00	9,15
		SA+, WM-	3,47	44,39	,00	6,19
		SA+, WM+				
Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Periode	SA-, WM-	69,45	95,98	,55	19,54
		SA+, WM+	66,73	96,66	4,83	16,31
		SA+, WM-	71,00	94,02	,00	16,98
		SA-, WM+	56,35	88,09	,00	18,66
		SA-, WM-	71,55	100,00	11,41	14,80
		SA+, WM+	50,28	100,00	,00	18,85
		SA+, WM-	52,45	88,40	,00	22,05
		SA+, WM+				
Aufenthaltszeit Bereich D (%)	Periode	SA-, WM-	,00	,00	,00	,00
		SA+, WM+	3,23	39,42	,00	4,53
		SA+, WM-	,59	8,82	,00	1,08
		SA-, WM+	7,07	68,44	,00	12,13
		SA-, WM-	1,13	25,12	,00	2,60
		SA+, WM+	7,87	66,32	,00	13,15
		SA+, WM-	5,34	52,52	,00	9,57
		SA+, WM+				

Anhang 45: Tabelle Teststatistik^d Aufenthaltsdauer (%) der Bereiche in den Perioden 3-9, Versuch 2

Periode		Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)
		-	-	-	-	-	-
		Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)
SA-,WM-	Z	-15,744a	-12,395b	-15,744a	-15,744b	,000c	-15,744a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	1,000	,000
SA+,WM+	Z	-15,576a	-13,380b	-15,498a	-15,576b	-6,855b	-15,563a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA+,WM-	Z	-15,720a	-13,428b	-15,720a	-15,715b	-13,423a	-15,693a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA-,WM+	Z	-15,527a	-11,017b	-14,328a	-15,674b	-7,859b	-15,033a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA-,WM-	Z	-15,720a	-14,940b	-15,717a	-15,743b	-5,872a	-15,744a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
SA+,WM+	Z	-14,736a	-8,040b	-13,339a	-14,924b	-2,489b	-14,210a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,013	,000
SA+,WM+	Z	-8,147a	-3,520b	-8,076a	-7,910b	-,800b	-7,781a
	Sig.	,000	,000	,000	,000	,424	,000

a Based on positive ranks. b Based on negative ranks. c The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks. d Wilcoxon Signed Ranks Test

Anhang 46: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Aufenthaltsdauer in den Bereichen A-D, Versuch 2

Besuche in		Aufenthaltszeit Bereich A (%)	Aufenthaltszeit Bereich B (%)	Aufenthaltszeit Bereich C (%)	Aufenthaltszeit Bereich D (%)
Bereich A	r	-,215**	,328**	,211**	,225**
	Sig.	,000	,000	,000	,000
Bereich B	r	-,250**	,436**	,222**	,020
	Sig.	,000	,000	,000	,455
Bereich C	r	-,288**	-,106**	,421**	-,247**
	Sig.	,000	,000	,000	,000
Bereich D	r	-,061*	,104**	-,025	,480**
	Sig.	,018	,000	,325	,000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
r = Correlation Coefficient

Anhang 47: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung an einer Erkennung, Versuch 2

Erkennungsort		MW	Min	Max	s
FA 1	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:06:54	0 00:00:01	0 13:50:03	0 00:26:58,5
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:04:06	0 00:00:01	0 00:39:14	0 00:05:41
	Zeit zwischen Besuchen an FA1 & FA2	0 01:27:08	0 00:00:01	1 13:20:02	0 02:52:38,6
FA 2	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:07:13	0 00:00:01	0 13:40:44	0 00:26:28,4
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:04:21	0 00:00:00	0 00:44:57	0 00:06:07
	Zeit zwischen Besuchen an FA1 & FA2	0 01:33:44	0 00:00:01	2 10:26:58	0 03:08:45,5
Bereich A bevor Bereich B	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:37:13	0 00:00:01	1 12:51:11	0 01:27:36,5
	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:05:07	0 00:00:01	0 11:24:58	0 00:19:10,9
	Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 06:40:02	0 00:00:01	6 19:47:28	0 10:45:54,4

Erkennungsort		MW	Min	Max	s
Aufenthaltszeit Bereich B	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:12:01	0 00:00:01	1 04:26:18	0 00:41:22,2
WS 5	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:10:20	0 00:00:01	1 07:37:16	0 00:39:29,7
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:00:26	0 00:00:00	0 00:51:33	0 00:00:43
	Zeit zwischen Besuchen WS5 & WS6	0 00:59:56	0 00:00:01	1 12:02:50	0 02:14:43,7
WS 6	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:04:57	0 00:00:01	1 10:28:36	0 00:27:57,9
	Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme	0 00:00:19	0 00:00:00	0 01:13:38	0 00:01:02
	Zeit zwischen Besuchen WS5 & WS6	0 00:48:06	0 00:00:01	2 22:26:28	0 02:06:46,7
Bereich A bevor Bereich C	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:31:53	0 00:00:01	1 09:29:08	0 01:17:01,2
	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:05:44	0 00:00:01	1 04:56:06	0 00:29:58,1
	Zeit zwischen Besuchen in Bereich C	0 01:15:16	0 00:00:02	2 02:48:59	0 02:39:06,5
Aufenthaltszeit Bereich C	Aufenthaltszeit im Bereich	0 02:17:05	0 00:00:01	1 12:01:20	0 03:06:14,2
Bereich A bevor Bereich D	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:35:47	0 00:00:01	1 12:56:00	0 01:21:22,9
	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:04:51	0 00:00:01	0 10:19:57	0 00:17:08,3
	Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 06:31:23	0 00:00:03	5 18:56:08	0 09:58:09,3
Aufenthaltszeit Bereich D	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:15:49	0 00:00:01	0 10:17:32	0 00:47:17,7

Anhang 48: Tabelle Statistik Zeitparameter je Tier und Registrierung in den Beschäftigungsbereichen je Periode, Versuch 2

Erkennungsort	Periode		MW	Min	Max	s
Bereich A bevor Bereich B	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:22:51	0 00:00:02	0 13:44:31	0 00:52:56,6
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:03:44	0 00:00:01	0 02:51:54	0 00:10:46,9
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 05:07:14	0 00:00:03	2 18:40:58	0 07:30:58,9
	SA+,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:24:05	0 00:00:01	0 12:27:33	0 00:57:31,7
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:03:45	0 00:00:01	0 03:48:12	0 00:10:19,4
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 04:23:56	0 00:00:01	2 16:00:58	0 06:26:41,5
	SA-,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:52:46	0 00:00:02	0 19:22:06	0 01:40:45,8
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:06:31	0 00:00:01	0 11:24:58	0 00:28:50,4
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 08:06:35	0 00:00:14	4 08:36:10	0 11:42:51,7
	SA-,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:36:12	0 00:00:04	0 12:09:48	0 01:13:35,2
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:04:50	0 00:00:02	0 04:12:24	0 00:15:06,3
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 08:26:48	0 00:00:19	4 09:29:25	0 11:58:59,7
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:15:12	0 00:00:08	1 12:51:11	0 02:46:41,8

Erkennungsort	Periode		MW	Min	Max	s
	SA+,WM+	Zeit seit letzter Erkennung	0 00:09:25	0 00:00:06	0 07:18:41	0 00:33:14,2
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 11:30:28	0 00:00:30	6 19:47:28	0 18:48:55,8
		Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:00:44	0 00:00:07	0 05:59:47	0 01:21:56,2
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:07:17	0 00:00:05	0 03:20:39	0 00:22:42,6
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich B	0 07:09:26	0 00:00:22	2 11:19:20	0 07:47:05,4
Aufenthaltszeit Bereich B	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:04:54	0 00:00:01	0 00:49:29	0 00:05:13,4
	SA+,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:06:44	0 00:00:02	0 01:03:48	0 00:07:16,6
	SA-,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:14:49	0 00:00:05	0 07:23:22	0 00:44:18,8
	SA-,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:08:34	0 00:00:06	0 03:11:12	0 00:18:51,6
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:42:14	0 00:00:10	1 04:26:18	0 01:43:59,9
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:14:41	0 00:00:15	0 03:47:23	0 00:29:47,4
Bereich A bevor Bereich D	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:20:30	0 00:00:01	0 06:46:08	0 00:39:14,5
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:03:17	0 00:00:01	0 04:51:02	0 00:10:15,1
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 03:37:11	0 00:00:03	1 21:48:53	0 05:26:35,2
	SA+,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:21:03	0 00:00:01	1 05:55:17	0 01:13:24,8
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:03:42	0 00:00:02	0 01:34:26	0 00:07:29,6
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 08:26:09	0 00:00:11	3 04:13:32	0 11:21:33,4
	SA-,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:49:55	0 00:00:04	0 16:19:49	0 01:26:01,2
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:06:26	0 00:00:02	0 05:51:44	0 00:23:07,6
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 06:15:49	0 00:00:08	3 17:08:48	0 08:44:38,3
	SA-,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:32:17	0 00:00:07	0 11:11:57	0 01:01:42,9
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:04:25	0 00:00:05	0 03:13:21	0 00:11:09,9
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 09:40:48	0 00:00:06	5 18:56:08	0 13:09:40,3
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 01:05:01	0 00:00:05	1 12:56:00	0 02:19:07,5
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:07:25	0 00:00:01	0 10:19:57	0 00:27:32,8
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 08:10:13	0 00:00:18	5 06:16:03	0 12:23:02,7
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:49:00	0 00:00:08	0 08:17:55	0 01:09:49,6
		Zeit seit letzter Erkennung	0 00:06:05	0 00:00:06	0 04:13:50	0 00:18:32,9
		Zeit zwischen Besuchen in Bereich D	0 07:00:27	0 00:00:21	2 23:39:11	0 09:31:57,6

Erkennungsort	Periode		MW	Min	Max	s
Aufenthaltszeit Bereich D	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:07:22	0 00:00:01	0 03:36:12	0 00:16:52,0
	SA+,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:02:49	0 00:00:02	0 02:07:17	0 00:06:40,5
	SA-,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:28:12	0 00:00:08	0 10:16:11	0 01:08:28,9
	SA-,WM-	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:06:14	0 00:00:02	0 04:01:59	0 00:17:39,5
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:38:50	0 00:00:06	0 10:17:32	0 01:20:11,4
	SA+,WM+	Aufenthaltszeit im Bereich	0 00:20:23	0 00:00:07	0 04:49:43	0 00:38:23,7

Anhang 49: Tabelle Statistik Zeit zur Nahrungsaufnahme je Tier und Tag (%) je Periode, Versuch 2

		Periode						
		SA-, WM-	SA+, WM+	SA+, WM-	SA-, WM+	SA-, WM-	SA+, WM+	SA+, WM+
Summe	MW	4,47	5,12	5,69	5,84	5,67	5,29	5,17
Nahrungs-	Max	5,41	6,46	8,40	8,37	7,17	6,29	6,52
aufnahme	Min	3,03	3,35	3,66	3,95	4,45	4,28	4,41
	s	,54	,80	,96	,89	,56	,53	,68
FA 1	MW	2,18	2,40	2,63	2,55	2,62	2,20	1,13
	Max	2,47	2,95	3,73	3,73	3,25	2,81	2,64
	Min	1,48	1,52	1,55	1,87	2,14	1,74	,00
	s	,28	,39	,46	,39	,24	,28	1,27
FA 2	MW	1,84	2,15	2,49	2,51	2,36	1,96	2,72
	Max	2,34	2,77	3,73	3,73	3,02	2,62	3,73
	Min	1,22	1,51	1,80	1,73	1,81	1,59	1,48
	s	,34	,33	,44	,41	,24	,26	,94
WS 5	MW	,07	,09	,13	,24	,26	,42	,42
	Max	,13	,13	,21	,72	,40	,96	,69
	Min	,02	,03	,08	,10	,19	,25	,31
	s	,03	,04	,03	,17	,06	,19	,13
WS 6	MW	,39	,48	,44	,53	,43	,71	,90
	Max	,65	,74	,73	,88	,71	,90	1,17
	Min	,22	,23	,20	,15	,31	,47	,57
	s	,16	,12	,12	,21	,10	,15	,22

Anhang 50: Tabelle Korrelation Anzahl Besuche zu Fresszeit/ Trinkzeit an den Futterautomaten und Tränken, Versuch 2

Besuche an		Zeit Nahrungs- aufnahme an FA 1	Zeit Nahrungs- aufnahme an FA 2	Zeit Nahrungs- aufnahme an WS 5	Zeit Nahrungs- aufnahme an WS 6
FA 1	r	,370**	-,334**	,021	,090**
	Sig.	,000	,000	,352	,000
FA 2	r	-,382**	,418**	,110**	,142**
	Sig.	,000	,000	,000	,000
WS 5	r	-,007	,083**	,790**	-,107**
	Sig.	,765	,001	,000	,000
WS 6	r	,134**	-,013	-,402**	,392**
	Sig.	,000	,564	,000	,000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

r = Correlation Coefficient

Anhang 51: Tabelle Übersicht zur Futteraufnahme, Fresszeit, Futterverwertung, und Fressgeschwindigkeit je Tier, Versuch 2

Tier-Nr.	Sum. Futteraufnahme (kg)	Summe Fresszeit (hh:min:ss)	MTZ (g)	FVW (kg/kg)	Futteraufnahme Minute (kg/ Minute)
23	205,37	100:45:21	663	2,56	0,034
24	230,82	103:53:33	911	3,42	0,037
25	259,86	105:10:00	872	2,86	0,041
26	221,99	90:20:08	856	3,05	0,041
27	225,56	99:03:42	883	3,16	0,038
28	225,84	97:52:53	944	2,69	0,038
29	203,66	90:21:31	1061	2,68	0,038
30	214,30	97:49:42	906	3,18	0,037
31	276,40	101:31:13	894	2,80	0,045
34	214,16	103:50:18	928	2,39	0,034
35	217,31	111:03:42	910	2,69	0,033
36	198,79	76:49:07	910	2,66	0,043
37	246,03	85:59:42	886	2,98	0,048
38	246,44	88:54:54	867	2,87	0,046
39	251,95	128:21:42	857	2,93	0,033
40	240,31	94:15:22	843	2,58	0,042
42	226,01	100:33:22	759	2,43	0,037
43	204,50	75:54:11	728	2,73	0,045
44	157,92	87:53:27	772	2,51	0,030
45	243,05	110:58:59	696	2,19	0,036
46	216,38	67:46:29	795	3,75	0,053
47	198,59	78:41:14	826	2,05	0,042
MW	223,87	95:21:23	853	2,78	0,040
Max	276,40	128:21:42	1061	3,75	0,053
Min	157,92	67:46:29	663	2,05	0,030
s	25,42	13:41:42	90	0,39	0,006
s%	11,4%	14,4%	11%	14,0%	14,3%

Anhang 52: Tabelle Mittelwert Anzahl Besuche je Tor und Periode im Tagesverlauf, Versuch 2

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
SA-,WM-	0	41	9	5	.	1	14	7	.
	1	25	6	5	.	2	7	5	.
	2	26	5	4	.	2	7	4	.
	3	16	4	4	.	1	4	3	.
	4	18	5	4	.	1	5	3	.
	5	15	5	3	.	2	4	3	.
	6	21	5	7	.	1	5	4	.
	7	40	12	9	.	1	12	7	.
	8	71	13	9	.	4	24	13	.
	9	79	10	9	.	4	31	13	.
	10	97	12	9	.	5	44	16	.
	11	99	10	8	.	8	43	17	.
	12	97	11	13	.	6	37	16	.
	13	103	14	13	.	7	45	16	.
	14	89	12	10	.	6	40	11	.
	15	90	11	7	.	8	43	12	.
	16	111	11	8	.	12	50	17	.
	17	134	10	10	.	11	59	22	.
	18	162	12	13	.	10	64	31	.
	19	118	15	14	.	7	40	19	.
	20	37	8	8	.	3	9	5	.
	21	46	7	5	.	2	18	9	.

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	22	32	5	5	.	2	12	5	.
	23	28	5	6	.	1	9	4	.
SA+,WM+	0	23	5	5	1	3	5	4	2
	1	30	5	7	1	2	7	5	2
	2	17	4	3	.	1	7	3	3
	3	21	6	2	1	1	6	3	1
	4	14	3	4	.	2	3	2	2
	5	21	8	5	.	1	5	2	1
	6	16	6	4	1	3	4	3	2
	7	39	8	5	3	2	11	6	3
	8	91	7	6	6	4	27	15	7
	9	98	8	6	5	6	35	9	10
	10	114	8	6	8	8	52	10	10
	11	132	8	7	8	18	45	10	11
	12	105	10	8	6	9	47	7	7
	13	123	11	10	7	7	50	8	11
	14	102	13	10	4	4	43	6	6
	15	117	14	9	7	4	49	9	8
	16	147	12	8	12	8	56	10	12
	17	198	14	11	15	9	65	19	17
	18	215	16	13	16	10	61	20	20
	19	145	15	15	10	6	40	13	10
	20	53	11	6	5	4	14	5	4
	21	22	3	3	.	1	9	4	1
	22	30	6	5	2	2	9	4	2
	23	23	4	3	1	2	9	4	1
SA+,WM-	0	40	9	5	1	2	12	6	2
	1	28	6	5	1	2	8	3	2
	2	24	9	4	3	2	7	3	1
	3	17	6	5	1	1	4	2	2
	4	18	7	4	1	2	4	3	1
	5	16	5	3	1	2	6	2	2
	6	28	7	5	2	3	7	4	1
	7	48	12	8	4	6	10	5	3
	8	94	8	7	9	9	25	12	5
	9	72	7	5	7	6	24	12	5
	10	104	8	8	9	12	37	12	7
	11	132	7	11	13	13	43	11	8
	12	107	8	12	8	8	37	10	4
	13	97	8	7	7	11	34	9	7
	14	82	10	10	6	8	29	5	3
	15	88	10	10	9	5	28	9	4
	16	123	13	16	11	10	41	10	6
	17	147	8	16	14	13	47	12	7
	18	190	12	17	17	14	53	20	10
	19	132	12	15	10	10	40	12	5
	20	87	12	13	5	4	21	8	4
	21	32	11	6	2	3	8	3	2
	22	40	10	4	2	2	15	6	1
	23	44	8	5	2	6	15	6	1
SA-,WM+	0	23	5	3	1	3	9	4	2
	1	24	5	3	2	3	7	3	1
	2	18	3	4	1	2	4	2	2
	3	16	4	4	1	2	5	2	2
	4	9	3	4	1	3	5	2	1
	5	9	3	3	3	2	4	2	2
	6	31	5	5	2	4	9	5	2
	7	51	7	7	2	5	13	8	3

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	8	76	6	5	4	9	24	10	5
	9	62	7	6	2	8	23	5	3
	10	81	8	8	3	12	28	7	6
	11	111	10	10	4	16	39	7	8
	12	90	8	9	6	14	33	7	6
	13	87	8	8	6	12	32	5	6
	14	80	10	8	4	13	32	3	3
	15	66	9	7	3	6	26	4	4
	16	67	8	8	4	7	22	5	3
	17	98	10	10	7	9	35	6	5
	18	144	10	7	8	15	53	10	10
	19	133	12	10	9	18	40	8	9
	20	126	12	12	5	16	39	8	7
	21	46	11	9	3	6	9	3	3
	22	17	3	3	1	2	5	4	2
	23	19	4	3	1	2	6	3	2
SA-,WM-	0	23	5	2	1	3	6	4	2
	1	14	4	2	.	2	5	2	1
	2	9	2	2	.	1	3	2	2
	3	11	4	2	.	2	3	2	1
	4	10	3	3	.	1	3	2	1
	5	19	5	4	1	3	5	2	1
	6	38	9	7	2	4	10	5	1
	7	54	6	7	3	7	15	11	4
	8	84	6	6	4	12	28	8	5
	9	60	6	6	3	10	18	5	3
	10	83	10	8	4	15	25	7	3
	11	89	11	9	5	15	25	7	5
	12	76	11	10	4	11	21	5	4
	13	78	12	11	3	10	24	7	2
	14	78	11	9	4	11	25	6	4
	15	73	11	9	5	10	19	5	3
	16	93	13	10	6	13	26	6	3
	17	104	13	9	7	13	30	9	4
	18	128	8	10	8	21	32	14	7
	19	125	9	11	7	20	31	12	7
	20	107	17	15	5	10	23	10	5
	21	40	9	7	2	4	9	4	2
	22	21	5	5	1	3	6	3	2
	23	24	5	4	2	2	9	3	1
SA+,WM+	0	18	4	3	1	2	6	2	2
	1	12	4	3	2	3	4	2	2
	2	10	2	4	1	2	4	2	2
	3	7	2	5	.	1	2	1	3
	4	9	5	5	3	6	3	2	1
	5	29	10	7	1	3	8	4	2
	6	53	8	7	2	7	15	7	3
	7	69	7	8	4	11	17	10	4
	8	81	9	9	3	14	26	6	4
	9	89	10	8	3	18	31	7	4
	10	88	10	12	4	22	21	5	5
	11	90	12	7	4	24	20	3	6
	12	68	11	9	3	16	15	4	5
	13	59	10	7	3	9	16	3	3
	14	42	8	6	2	8	14	1	2
	15	43	8	6	3	8	16	2	2
	16	68	10	7	4	10	22	4	4
	17	88	11	11	5	15	24	5	5

Periode	Stunde	Summe Gesamt	FA 1	FA 2	Bereich B	WS 5	WS 6	Bereich C	Bereich D
	18	114	12	11	5	21	29	9	6
	19	115	12	13	5	18	32	9	6
	20	109	14	13	3	17	25	9	5
	21	45	12	7	2	6	13	4	3
	22	20	5	3	1	2	5	2	2
	23	19	4	3	2	2	6	2	2
SA+,WM+	0	3	1	.	.	1	.	2	.
	1	6	2	3	.	1	1	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	13	2	8	.	1	2	2	.
	5	13	5	5	.	3	2	3	1
	6	43	14	11	4	5	8	7	11
	7	63	16	13	3	9	15	5	5
	8	60	16	12	3	9	18	3	3
	9	45	10	8	2	9	11	1	3
	10	70	20	10	3	12	23	2	4
	11	62	13	9	4	10	9	10	4
	12	40	8	7	2	9	11	2	2
	13	39	9	8	2	8	14	3	1
	14	25	5	4	1	3	8	3	3
	15	43	5	9	3	5	12	4	2
	16	35	6	6	3	6	12	3	2
	17	54	12	9	4	6	18	3	4
	18	72	10	12	4	13	21	4	4
	19	70	16	19	2	9	16	3	4
	20	71	14	11	4	8	15	7	3
	21	11	4	3	.	4	2	2	1
	22	3	.	.	.	.	.	.	2
	23	4	.	2	.	2	1	2	.

Anhang 53: Tabelle Statistik Aufenthaltszeit je Besuch in den Beschäftigungsbereichen B und D im Tagesverlauf der Perioden 3-9, Versuch 2

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
SA+,WM+	0	00:02:26	00:03:06	00:01:49	00:00:38	00:04:06	00:10:26	00:00:37	00:03:47
	1	00:08:50	00:17:38	00:03:33	00:06:10	00:02:43	00:07:05	00:00:26	00:02:01
	2	.	.	.	.	00:01:45	00:03:07	00:00:16	00:01:12
	3	00:02:15	00:03:54	00:00:50	00:01:09	00:46:14	02:58:14	00:00:40	01:28:01
	4	.	.	.	.	01:52:58	03:36:12	00:03:28	01:46:30
	5	.	.	.	.	00:02:00	00:02:00	00:02:00	.
	6	00:00:48	00:00:48	00:00:48	.	00:02:25	00:08:32	00:00:15	00:03:23
	7	00:02:00	00:04:46	00:00:39	00:01:29	00:02:04	00:12:18	00:00:06	00:02:27
	8	00:04:41	00:22:30	00:00:08	00:04:49	00:03:45	00:26:01	00:00:16	00:04:25
	9	00:03:33	00:19:48	00:00:08	00:02:55	00:05:21	00:28:50	00:00:26	00:05:14
	10	00:04:21	00:20:48	00:00:17	00:04:11	00:07:34	02:01:14	00:00:02	00:13:37
	11	00:03:37	00:20:31	00:00:07	00:04:11	00:04:31	00:46:35	00:00:06	00:06:32
	12	00:04:57	00:18:42	00:00:29	00:04:13	00:11:07	01:54:38	00:00:19	00:22:06
	13	00:04:34	00:16:42	00:00:24	00:03:55	00:11:32	02:48:59	00:00:13	00:28:45
	14	00:05:35	00:33:16	00:00:38	00:06:37	00:10:03	01:07:59	00:00:05	00:12:23
	15	00:04:42	00:27:35	00:00:05	00:05:30	00:13:30	01:39:25	00:00:20	00:22:07
	16	00:06:43	00:33:18	00:00:13	00:05:59	00:10:09	02:15:30	00:00:28	00:20:45
	17	00:05:28	00:49:29	00:00:06	00:05:47	00:07:07	03:08:16	00:00:02	00:16:41
	18	00:04:48	00:29:07	00:00:05	00:04:54	00:04:39	00:59:53	00:00:01	00:06:49
	19	00:04:31	00:45:08	00:00:01	00:05:59	00:05:10	01:20:11	00:00:04	00:13:13
	20	00:05:28	00:29:51	00:00:25	00:06:04	00:02:09	00:08:12	00:00:07	00:01:44

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
	21	.	.	.	.	00:03:49	00:07:01	00:01:26	00:02:20
	22	00:02:51	00:05:15	00:00:42	00:01:35	00:02:42	00:08:40	00:00:14	00:02:21
	23	00:02:09	00:02:09	00:02:09	.	00:03:02	00:06:17	00:00:54	00:02:06
SA+,WM-	0	00:03:33	00:08:01	00:00:58	00:02:18	00:03:42	00:32:06	00:00:22	00:06:59
	1	00:05:24	00:10:27	00:01:32	00:03:23	00:02:06	00:05:15	00:00:23	00:02:04
	2	00:07:58	00:16:35	00:03:28	00:04:41	00:01:41	00:02:57	00:00:28	00:01:14
	3	00:03:10	00:03:43	00:02:21	00:00:43	00:02:37	00:03:13	00:01:10	00:00:50
	4	00:04:09	00:04:09	00:04:09	.	00:04:54	00:06:27	00:03:22	00:02:10
	5	00:02:28	00:05:30	00:00:55	00:02:37	00:16:42	00:48:52	00:00:22	00:27:51
	6	00:04:38	00:12:37	00:00:24	00:03:56	00:01:24	00:02:41	00:00:11	00:00:50
	7	00:08:56	00:35:12	00:00:24	00:08:32	00:02:35	00:04:28	00:00:26	00:01:15
	8	00:06:43	00:38:21	00:00:08	00:07:05	00:01:56	00:07:13	00:00:14	00:01:49
	9	00:07:05	00:24:38	00:00:14	00:06:24	00:02:25	00:19:15	00:00:12	00:03:01
	10	00:07:16	00:37:42	00:00:20	00:07:33	00:03:07	00:16:49	00:00:24	00:03:08
	11	00:06:50	01:03:48	00:00:07	00:07:25	00:02:59	00:38:16	00:00:07	00:05:17
	12	00:07:30	00:35:37	00:00:41	00:07:07	00:10:07	02:07:17	00:00:27	00:24:11
	13	00:05:25	00:27:33	00:00:17	00:05:51	00:02:50	00:57:17	00:00:10	00:07:06
	14	00:07:47	00:45:07	00:00:08	00:09:03	00:01:53	00:06:26	00:00:10	00:01:43
	15	00:06:51	00:33:10	00:00:02	00:07:25	00:02:41	00:27:09	00:00:04	00:05:05
	16	00:05:09	00:32:35	00:00:11	00:05:03	00:01:56	00:32:14	00:00:07	00:04:00
	17	00:07:13	00:34:24	00:00:09	00:06:44	00:02:02	00:09:44	00:00:02	00:02:15
	18	00:06:26	00:40:48	00:00:02	00:07:11	00:02:25	00:30:17	00:00:02	00:03:56
	19	00:08:02	01:00:55	00:00:12	00:09:44	00:02:06	00:09:28	00:00:06	00:02:01
	20	00:04:34	00:24:07	00:00:15	00:04:47	00:02:21	00:20:02	00:00:06	00:03:38
	21	00:07:07	00:38:41	00:00:25	00:11:07	00:08:05	00:56:27	00:00:39	00:19:32
	22	00:03:28	00:07:28	00:00:52	00:02:16	00:01:25	00:02:20	00:00:41	00:00:40
	23	00:05:15	00:36:41	00:00:31	00:11:47	00:01:36	00:02:31	00:00:13	00:00:45
SA-,WM+	0	00:03:03	00:03:30	00:02:36	00:00:38	01:15:08	04:22:17	00:00:53	01:39:27
	1	00:02:28	00:06:15	00:00:49	00:01:58	01:59:25	04:53:01	00:01:25	02:24:49
	2	00:02:07	00:03:26	00:00:49	00:01:51	00:56:55	03:51:42	00:00:21	01:32:11
	3	00:00:27	00:00:27	00:00:27	.	02:32:41	07:58:57	00:01:16	03:01:29
	4	00:02:58	00:06:13	00:00:37	00:02:26	04:20:21	08:18:50	00:21:53	05:37:15
	5	00:33:29	02:38:47	00:01:00	01:10:02	02:35:35	07:44:04	00:00:57	04:27:08
	6	00:33:17	04:23:04	00:00:40	01:11:06	00:17:21	02:42:10	00:00:19	00:48:03
	7	00:03:09	00:12:02	00:00:25	00:02:51	01:13:54	09:58:21	00:00:20	02:49:49
	8	00:03:06	00:10:34	00:00:19	00:02:23	00:29:48	10:16:11	00:00:08	01:37:19
	9	00:05:30	00:29:59	00:00:26	00:07:24	00:25:31	07:53:04	00:00:11	01:19:44
	10	00:03:00	00:11:50	00:00:35	00:02:40	00:15:12	02:09:25	00:00:11	00:26:42
	11	00:11:39	01:48:40	00:00:12	00:22:16	00:15:31	02:25:27	00:00:09	00:25:11
	12	00:06:51	00:56:33	00:00:16	00:10:03	00:17:05	02:26:02	00:00:14	00:28:46
	13	00:07:29	01:30:57	00:00:19	00:16:07	00:11:21	02:30:32	00:00:20	00:25:53
	14	00:12:17	02:01:03	00:00:12	00:26:00	00:20:51	03:49:12	00:00:10	00:39:29
	15	00:16:55	03:14:53	00:00:18	00:43:59	00:37:32	05:08:00	00:00:17	01:03:52
	16	00:28:20	04:21:33	00:00:18	01:01:25	00:34:52	03:53:11	00:00:20	00:56:50
	17	00:18:51	05:08:06	00:00:05	00:55:14	00:20:23	02:48:43	00:00:35	00:35:36
	18	00:27:29	05:56:34	00:00:22	01:06:59	00:23:16	05:54:04	00:00:15	00:54:16
	19	00:12:31	04:42:41	00:00:19	00:37:50	00:22:41	05:27:48	00:00:19	00:46:18
	20	00:11:21	07:23:22	00:00:09	00:51:04	00:16:50	04:29:16	00:00:10	00:36:22
	21	00:06:25	01:09:54	00:00:21	00:16:29	00:22:45	01:45:39	00:00:23	00:32:22
	22	00:18:52	00:47:34	00:02:11	00:20:51	01:25:06	02:28:40	00:02:32	01:14:53
	23	00:05:06	00:09:34	00:01:27	00:03:26	01:55:42	04:20:35	00:00:11	01:37:33
SA-,WM-	0	00:02:52	00:04:46	00:01:38	00:01:39	00:03:23	00:07:51	00:00:18	00:02:24
	1	.	.	.	.	00:30:33	01:28:15	00:00:48	00:49:58
	2	.	.	.	.	00:25:49	01:13:07	00:02:04	00:40:57
	3	.	.	.	.	00:02:08	00:03:21	00:01:05	00:00:58
	4	.	.	.	.	00:03:27	00:05:48	00:01:52	00:02:04
	5	00:07:48	00:07:48	00:07:48	.	00:04:17	00:07:08	00:02:35	00:02:28

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
	6	00:05:14	00:10:22	00:00:42	00:03:51	00:03:54	00:06:44	00:00:26	00:02:42
	7	00:05:21	00:17:11	00:00:22	00:04:22	00:04:41	00:20:51	00:00:20	00:05:47
	8	00:06:26	00:32:08	00:00:19	00:05:34	00:03:00	00:11:31	00:00:16	00:02:19
	9	00:05:32	00:24:42	00:00:18	00:06:13	00:05:11	00:53:13	00:00:19	00:10:48
	10	00:05:37	00:31:29	00:00:21	00:06:24	00:02:03	00:06:26	00:00:09	00:01:45
	11	00:05:12	00:28:10	00:00:32	00:05:59	00:05:13	01:30:59	00:00:14	00:12:43
	12	00:06:45	00:21:14	00:00:16	00:05:57	00:03:49	00:33:49	00:00:19	00:05:59
	13	00:10:04	02:01:42	00:00:11	00:22:44	00:13:14	02:16:17	00:00:33	00:32:03
	14	00:10:03	00:43:35	00:01:09	00:11:58	00:07:02	01:57:47	00:00:27	00:18:35
	15	00:11:49	02:33:24	00:00:18	00:30:18	00:09:29	02:50:17	00:00:21	00:33:27
	16	00:14:01	03:11:12	00:00:20	00:34:29	00:10:51	04:01:59	00:00:17	00:38:39
	17	00:08:10	01:49:37	00:00:24	00:16:14	00:06:58	01:02:00	00:00:11	00:13:37
	18	00:07:08	01:18:52	00:00:06	00:12:03	00:06:26	01:07:57	00:00:02	00:13:07
	19	00:11:06	03:01:58	00:00:21	00:24:31	00:04:38	01:01:55	00:00:02	00:08:51
	20	00:07:35	01:38:08	00:00:10	00:15:18	00:06:29	02:07:09	00:00:07	00:17:47
	21	00:03:00	00:19:55	00:00:18	00:04:29	00:05:28	00:31:47	00:00:14	00:08:49
	22	01:59:32	01:59:32	01:59:32	.	00:09:38	00:39:18	00:01:37	00:16:35
	23	00:05:20	00:21:52	00:00:29	00:08:18	00:02:44	00:05:17	00:01:25	00:01:25
SA+,WM+	0	09:32:17	1 04:26:18	00:01:52	16:22:05	01:41:06	04:28:01	00:01:27	01:47:23
	1	00:02:01	00:02:05	00:01:55	00:00:05	02:33:41	05:42:54	00:00:19	02:04:09
	2	00:00:30	00:00:30	00:00:30	.	02:24:43	05:40:45	00:05:14	02:27:40
	3	.	.	.	.	03:30:49	06:29:49	00:00:41	02:40:11
	4	02:08:23	06:17:46	00:02:48	03:35:58	06:45:11	06:45:11	06:45:11	.
	5	00:01:32	00:02:07	00:00:58	00:00:48	03:14:54	10:17:32	00:00:45	03:56:11
	6	00:05:27	00:14:41	00:01:05	00:04:10	00:44:46	09:20:05	00:00:11	02:02:28
	7	00:09:16	01:00:05	00:00:18	00:14:29	00:44:47	09:38:58	00:00:24	01:51:56
	8	00:08:15	00:50:20	00:00:51	00:10:12	00:12:15	01:41:24	00:00:11	00:19:52
	9	00:16:44	01:28:10	00:00:10	00:28:35	00:28:05	02:38:48	00:00:26	00:43:58
	10	00:20:40	03:31:35	00:00:47	00:39:13	00:20:59	02:38:57	00:00:11	00:37:30
	11	00:13:46	02:03:04	00:00:24	00:24:51	00:14:44	02:16:18	00:00:13	00:25:10
	12	00:31:41	02:36:40	00:01:09	00:42:16	00:23:11	03:13:52	00:00:20	00:43:18
	13	00:38:28	03:21:28	00:00:21	00:51:35	00:40:27	03:39:15	00:00:20	00:55:43
	14	00:57:14	03:54:37	00:01:23	01:20:07	00:47:19	03:22:39	00:00:41	01:02:40
	15	01:39:31	05:08:25	00:00:23	01:58:41	01:09:09	05:12:34	00:00:23	01:37:50
	16	01:01:36	04:51:19	00:00:27	01:26:35	00:33:20	05:12:51	00:00:26	01:08:36
	17	01:33:26	06:14:40	00:01:15	02:03:38	00:50:30	04:55:28	00:00:30	01:12:52
	18	00:57:38	06:55:02	00:00:37	01:51:51	00:31:52	08:02:04	00:00:09	01:18:12
	19	00:16:01	02:08:26	00:00:35	00:25:25	00:19:50	05:18:03	00:00:19	00:46:39
	20	00:26:19	08:27:06	00:00:10	01:19:32	00:12:53	02:38:02	00:00:06	00:29:10
	21	00:10:03	00:44:56	00:00:29	00:15:17	00:32:44	02:12:35	00:00:34	00:42:59
	22	00:47:34	02:36:34	00:01:03	01:13:54	01:16:59	03:19:16	00:00:36	01:05:56
	23	01:40:38	03:39:03	00:02:21	01:25:05	01:32:37	03:36:33	00:01:15	01:27:27
SA+,WM+	0	.	.	.	.	.	.	.	.
	1	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	.	.	.	.	.	.
	5	.	.	.	.	00:00:40	00:00:40	00:00:40	.
	6	00:08:48	00:16:45	00:01:59	00:05:14	00:04:42	00:17:24	00:00:08	00:05:39
	7	00:04:23	00:12:12	00:01:42	00:03:15	00:07:37	00:29:26	00:00:49	00:06:50
	8	00:03:50	00:09:45	00:00:23	00:02:32	00:12:09	00:58:18	00:01:59	00:17:30
	9	00:05:22	00:13:11	00:00:54	00:03:17	00:10:23	01:04:28	00:00:10	00:14:26
	10	00:07:43	00:20:39	00:00:59	00:05:39	00:09:55	00:57:29	00:01:58	00:12:37
	11	00:05:52	00:20:36	00:00:37	00:05:20	00:06:52	01:21:53	00:00:07	00:16:45
	12	00:07:14	00:17:18	00:00:15	00:06:55	00:27:55	02:11:26	00:00:17	00:44:17
	13	00:17:57	02:06:26	00:01:37	00:36:13	00:43:04	01:50:49	00:02:20	00:40:29
	14	00:29:55	01:07:40	00:02:57	00:27:03	00:20:11	01:33:13	00:01:32	00:27:45

Periode	Stunde	Aufenthaltszeit im Bereich je Besuch							
		Bereich B				Bereich D			
		MW	Max	Min	s	MW	Max	Min	s
	15	00:45:28	03:47:23	00:02:12	01:00:56	00:24:27	01:29:55	00:01:02	00:39:53
	16	00:36:09	03:23:57	00:00:56	00:54:58	00:21:35	00:54:44	00:00:39	00:21:31
	17	00:14:09	01:05:32	00:00:27	00:18:18	01:11:31	04:49:43	00:01:27	01:31:05
	18	00:16:18	02:50:01	00:02:08	00:34:39	00:26:48	03:46:08	00:00:08	00:48:17
	19	00:18:45	01:30:59	00:01:20	00:33:07	00:21:31	01:10:11	00:00:27	00:23:51
	20	00:07:06	00:35:25	00:00:43	00:07:21	00:17:27	01:18:44	00:00:18	00:22:50
	21	.	.	.	.	00:12:41	00:43:33	00:01:24	00:20:35
	22	.	.	.	.	00:56:47	01:46:24	00:07:11	01:10:09
	23	.	.	.	.	.	.	.	.

Anhang 54: Tabelle Statistik tägliche Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2

		Periode						
		SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM-	SA-,WM+	SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM+
Gesamt	MW	22	22	22	22	22	22	11
	Max	22	22	22	22	22	22	12
	Min	22	21	22	22	22	21	11
	s	0	1	0	0	0	0	0
FA 1	MW	22	21	21	21	22	22	6
	Max	22	22	22	22	22	22	11
	Min	21	15	15	15	19	19	0
	s	0	2	2	2	1	1	6
FA 2	MW	21	20	21	21	21	20	11
	Max	22	22	22	22	22	22	12
	Min	19	13	16	18	18	16	11
	s	1	2	2	1	1	2	0
Bereich B	MW	0	20	21	18	18	16	10
	Max	0	22	22	22	22	21	11
	Min	0	12	15	11	7	8	6
	s	0	3	2	3	4	4	2
WS 5	MW	16	16	20	19	20	20	11
	Max	22	21	22	21	22	21	11
	Min	8	11	13	17	19	19	10
	s	4	3	3	1	1	0	0
WS 6	MW	22	22	22	22	22	21	11
	Max	22	22	22	22	22	22	11
	Min	22	21	21	21	22	17	11
	s	0	1	0	0	0	1	0
Bereich C	MW	22	22	22	22	22	22	11
	Max	22	22	22	22	22	22	11
	Min	22	21	19	20	22	21	8
	s	0	1	1	1	0	0	1
Bereich D	MW	0	20	18	20	18	19	10
	Max	0	22	22	22	22	22	11
	Min	0	3	12	17	9	11	7
	s	0	5	4	1	4	3	1

Anhang 55: Tabelle Teststatistik^c zur täglichen Anzahl verschiedener Tiere an den Erkennungsstellen in den Perioden, Versuch 2

Erkennungsort		Periode SA+, WM+ - Periode SA-, WM-	Periode SA+, WM- - Periode SA+, WM+	Periode SA-, WM+ - Periode SA+, WM-	Periode SA-, WM- - Periode SA-, WM+	Periode SA+, WM+ - Periode SA-, WM-	Periode SA+, WM+ - Periode SA+, WM+
FA 1	Z Sig.	-1,897(a) ,058	-1,134(b) ,257	-,378(b) ,705	-1,265(b) ,206	-1,511(a) ,131	-3,336(a) ,001
FA 2	Z Sig.	-2,047(a) ,041	-1,865(b) ,062	-,183(b) ,855	-,575(a) ,566	-1,163(a) ,245	-3,304(a) ,001
Bereich B	Z Sig.	-3,436(b) ,001	-1,592(b) ,111	-2,335(a) ,020	-,672(a) ,502	-1,820(a) ,069	-3,042(a) ,002
WS 5	Z Sig.	-,701(a) ,483	-3,178(b) ,001	-,539(a) ,590	-2,292(b) ,022	-1,026(a) ,305	-3,334(a) ,001
WS 6	Z Sig.	-2,646(a) ,008	-2,121(b) ,034	-,577(a) ,564	-1,414(b) ,157	-2,456(a) ,014	-3,330(a) ,001
Bereich C	Z Sig.	-2,646(a) ,008	-1,265(b) ,206	-,535(b) ,593	-1,000(b) ,317	-1,890(a) ,059	-3,352(a) ,001
Bereich D	Z Sig.	-3,475(b) ,001	-2,023(a) ,043	-2,310(b) ,021	-2,113(a) ,035	-,283(a) ,777	-2,536(a) ,011

a Based on positive ranks. b Based on negative ranks. c Wilcoxon Signed Ranks Test
Sig. = Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 56: Tabelle Präferenzwerte (P-Wert) Bereich B zu Bereich D je Tier und C-Point Periode, Versuch 2

Tier	P Wert Bereich B zu Bereich D	C-Point Periode					
		SA-, WM- → SA+, WM+	SA+, WM+ → SA+, WM-	SA+, WM- → SA-, WM+	SA-, WM+ → SA-, WM-	SA-, WM- → SA+, WM+	SA+, WM+ → SA+, WM+
23	ante	.	-7,07	1387,73	-451,49	3,51	.
	post	-1,64	-1,33	-10,91	3,99	-46,30	.
24	ante	.	-12,42	16,73	-3,94	4,27	-30,53
	post	-6,19	-1,85	-2,72	4,02	-17,01	-22,53
25	ante	.	1,09	2,35	-5,95	1,30	.
	post	-2,51	1,18	-18,97	-16,12	25,00	.
26	ante	.	-2,73	47,20	3,66	-2,05	1,68
	post	-6,51	2,40	-1,88	2,90	-6,80	-1,02
27	ante	.	-3,19	70,57	-5,39	4,19	.
	post	-7,50	1,10	-2,19	3,30	.	.
28	ante	.	1,44	4,45	-3,72	2,36	.
	post	-2,13	3,22	-3,13	27,27	-1041,00	.
29	ante	.	-1,04	12,65	-1,00	3,66	.
	post	-2,65	6,21	-3,92	2,34	-59,63	.
30	ante	.	28,38	20,05	-1061,66	2,51	.
	post	2,97	3,82	-3,67	-1,75	.	.
31	ante	.	1,03	75,03	-2079,68	-2,37	.
	post	-2,19	2,89	-1,65	-3,17	-13,08	.
34	ante	.	1,08	7,16	2,50	-1,10	.
	post	-3,71	3,96	-3,09	-3,48	.	.
35	ante	.	2,41	17,15	-50,03	1,74	3,09
	post	1,48	1,99	3,61	14,52	-504,59	-1,04
36	ante	.	-5,92	279,34	.	1,96	.
	post	-5,18	-2,86	-11,86	-3,16	29,93	.
37	ante	.	-2,29	24,97	1,25	3,47	18,94
	post	-1,22	3,69	-4,20	-1,27	-37,73	-1,48
38	ante	.	-1,50	.	-4,78	-5,18	16,37

Tier	P Wert Bereich B zu Bereich D	C-Point Periode				
		SA-,WM- →	SA+,WM+ →	SA+,WM- →	SA-,WM+ →	SA-,WM- →
		SA+,WM+	SA+,WM-	SA-,WM+	SA-,WM-	SA+,WM+
	post	-1,57	2,25	-8,34	15,25	.
39	ante	.	-2,06	69,52	-4,79	1,11
	post	-2,78	-1,83	-2,52	11,51	1,81
40	ante	.	1,06	45,80	-21,41	-4,28
	post	-4,79	2,30	-1,65	-2,55	.
42	ante	.	.	6,82	33,59	8,45
	post	-1,32	.	-9,79	2,44	-3,73
43	ante	.	1,01	22,33	-247,59	1,46
	post	-2,96	-3,35	-1,25	1,02	-3,50
44	ante	.	2,81	5,20	11,00	1,32
	post	-1,34	3,13	-4,61	2,52	-9,03
45	ante	.	-1,74	130,43	3,52	12,87
	post	-3,68	18,41	-3,88	14,41	-36,72
46	ante	.	-5,59	52,33	3,73	5,88
	post	-1,66	2,18	-2,35	4,58	-5,77
47	ante	.	-1,41	41,84	93,77	5,92
	post	-1,73	1,66	-1,41	-1,50	1,29

Anhang 57: Tabelle Statistik zum Modellparameter Präferenz je Periode, Versuch 2

C-Point Periode		MW	Min	Max	s
SA-,WM- → SA+,WM+	P-Wert Bereich A zu Bereich B ante				
	P-Wert Bereich A zu Bereich B post	20,72	8,74	38,81	9,13
	P-Wert Bereich A zu Bereich C ante	-3,45	-5,51	-1,84	0,96
	P-Wert Bereich A zu Bereich C post	-3,06	-5,07	-1,35	0,97
	P-Wert Bereich A zu Bereich D ante				
	P-Wert Bereich A zu Bereich D post	10,01	1,80	29,37	6,78
	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante				
	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	-2,67	-7,50	2,97	2,42
	P-Wert Bereich B zu Bereich C ante				
	P-Wert Bereich B zu Bereich C post	-63,53	-138,06	-17,61	33,37
	P-Wert Bereich C zu Bereich D ante				
	P-Wert Bereich C zu Bereich D post	33,51	4,86	141,67	31,43
SA+,WM+ → SA+,WM-	P-Wert Bereich A zu Bereich B ante	29,76	7,81	87,17	23,13
	P-Wert Bereich A zu Bereich B post	60,09	7,13	659,60	139,03
	P-Wert Bereich A zu Bereich C ante	-2,47	-5,11	-1,13	1,04
	P-Wert Bereich A zu Bereich C post	-2,51	-3,98	-1,46	0,77
	P-Wert Bereich A zu Bereich D ante	35,17	1,35	221,51	50,52
	P-Wert Bereich A zu Bereich D post	87,36	7,06	398,37	99,05
	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	-0,32	-12,42	28,38	7,52
	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	2,34	-3,35	18,41	4,43
	P-Wert Bereich B zu Bereich C ante	-67,84	-212,34	-18,75	54,87
	P-Wert Bereich B zu Bereich C post	-131,23	-1212,79	-22,57	255,89
	P-Wert Bereich C zu Bereich D ante	79,24	3,96	532,08	122,12
	P-Wert Bereich C zu Bereich D post	217,81	23,48	1069,61	274,33
SA+,WM- → SA- ,WM+	P-Wert Bereich A zu Bereich B ante	12,50	3,64	33,56	8,64
	P-Wert Bereich A zu Bereich B post	41,81	9,64	104,43	26,35
	P-Wert Bereich A zu Bereich C ante	-4,07	-6,18	-1,57	1,06
	P-Wert Bereich A zu Bereich C post	-2,83	-5,13	-1,43	1,22
	P-Wert Bereich A zu Bereich D ante	1137,89	41,82	13830,14	2976,34
	P-Wert Bereich A zu Bereich D post	14,22	2,80	50,59	12,35
	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	111,41	2,35	1387,73	298,90
	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	-4,56	-18,97	3,61	4,77
	P-Wert Bereich B zu Bereich C ante	-54,91	-170,46	-10,94	46,41
	P-Wert Bereich B zu Bereich C post	-126,08	-421,43	-15,59	116,85

C-Point Periode		MW	Min	Max	s
	P-Wert Bereich C zu Bereich D ante	4470,30	139,45	51608,20	11179,36
	P-Wert Bereich C zu Bereich D post	39,20	5,73	189,81	43,22
SA-,WM+ → SA-,WM-	P-Wert Bereich A zu Bereich B ante	482,08	1,60	4850,74	1268,60
	P-Wert Bereich A zu Bereich B post	66,24	5,43	478,30	109,49
	P-Wert Bereich A zu Bereich C ante	-1,09	-4,41	3,81	2,61
	P-Wert Bereich A zu Bereich C post	-4,02	-6,74	-1,52	1,44
	P-Wert Bereich A zu Bereich D ante	40,85	-4,33	455,80	102,24
	P-Wert Bereich A zu Bereich D post	122,05	11,38	1197,17	246,88
	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	-180,40	-2079,68	93,77	502,35
	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	3,50	-16,12	27,27	8,87
	P-Wert Bereich B zu Bereich C ante	-1308,24	-16609,38	1,89	3847,29
	P-Wert Bereich B zu Bereich C post	-228,95	-1377,00	-14,27	316,65
	P-Wert Bereich C zu Bereich D ante	90,94	-9,69	1002,89	221,51
	P-Wert Bereich C zu Bereich D post	529,86	26,77	5782,41	1194,05
SA-,WM- → SA+,WM+	P-Wert Bereich A zu Bereich B ante	149,35	6,58	1339,96	286,73
	P-Wert Bereich A zu Bereich B post	1368,77	1,55	11972,76	3089,82
	P-Wert Bereich A zu Bereich C ante	-5,89	-9,96	-2,75	2,04
	P-Wert Bereich A zu Bereich C post	-1,08	-3,45	4,35	1,59
	P-Wert Bereich A zu Bereich D ante	190,61	8,74	775,78	207,08
	P-Wert Bereich A zu Bereich D post	41,52	-1,44	359,88	75,87
	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	2,32	-5,18	12,87	4,05
	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	-101,58	-1041,00	29,93	270,82
	P-Wert Bereich B zu Bereich C ante	-1110,86	-13351,62	-22,34	2825,66
	P-Wert Bereich B zu Bereich C post	-2807,51	-18985,85	1,16	5927,50
	P-Wert Bereich C zu Bereich D ante	1146,54	63,12	6350,95	1446,42
	P-Wert Bereich C zu Bereich D post	69,04	-1,36	820,73	171,14
SA+,WM+ → SA+,WM+	P-Wert Bereich A zu Bereich B ante	18,63	1,43	138,55	40,12
	P-Wert Bereich A zu Bereich B post	24,53	3,97	61,24	19,98
	P-Wert Bereich A zu Bereich C ante	-0,68	-3,78	3,89	2,32
	P-Wert Bereich A zu Bereich C post	0,31	-2,11	1,86	1,58
	P-Wert Bereich A zu Bereich D ante	509,17	-3,74	2643,71	983,62
	P-Wert Bereich A zu Bereich D post	43,62	1,04	147,24	55,32
	P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	112,25	-30,53	982,66	298,84
	P-Wert Bereich B zu Bereich D post	1,85	-22,53	36,39	16,51
	P-Wert Bereich B zu Bereich C ante	-26,76	-188,50	-1,58	54,74
	P-Wert Bereich B zu Bereich C post	-24,75	-56,28	-2,82	19,97
	P-Wert Bereich C zu Bereich D ante	668,88	-5,29	3725,72	1365,66
	P-Wert Bereich C zu Bereich D post	42,70	-1,01	127,60	45,35

Anhang 58: Tabelle Teststatistik^c von Präferenz und Affinität für die Bereich B und D, Versuch 2

C-Point Periode		P-Wert Bereich B zu Bereich D post → P-Wert Bereich B zu Bereich D ante	A-Wert Bereich D → A-Wert Bereich B
SA+,WM+ → SA+,WM-	Z	-2,694a	-2,763a
	Sig.	,007	,006
SA+,WM- → SA-,WM+	Z	-4,015b	-4,015b
	Sig.	,000	,000
SA-,WM+ → SA-,WM-	Z	-2,033a	-2,242a
	Sig.	,042	,025
SA-,WM- → SA+,WM+	Z	-2,580b	-2,249b
	Sig.	,010	,025
SA+,WM+ → SA+,WM+	Z	-1,778b	-1,956b
	Sig.	,075	,050

a Based on negative ranks. b Based on positive ranks. c Wilcoxon Signed Ranks Test
Sig. - Asymp. Sig. (2-tailed)

Anhang 59: Tabelle Affinitätswerte (A-Wert) Bereich B und Bereich D je Tier und C-Point Periode, Versuch 2

Tier		C-Point Periode					
		SA-,WM- →	SA+,WM+ →	SA+,WM- →	SA-,WM+ →	SA-,WM- →	SA+,WM+ →
		SA+,WM+	SA+,WM-	SA-,WM+	SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM+
23	A-Wert Bereich B	.	-1,60	3,31	-26,09	4,16	.
	A-Wert Bereich D	.	3,33	-4571,82	69,01	-39,06	.
24	A-Wert Bereich B	.	-2,23	1,50	2,12	4,03	1,68
	A-Wert Bereich D	.	3,00	-30,35	33,67	-18,05	2,27
25	A-Wert Bereich B	.	1,15	5,01	28,64	-43,81	.
	A-Wert Bereich D	.	1,24	-8,90	10,57	-2,28	.
26	A-Wert Bereich B	.	1,39	6,16	-2,79	1,02	3,13
	A-Wert Bereich D	.	9,14	-14,39	-3,51	-3,24	1,83
27	A-Wert Bereich B	.	-1,35	1,72	2,53	.	.
	A-Wert Bereich D	.	2,59	-89,45	45,08	-32,71	.
28	A-Wert Bereich B	.	-1,36	1,22	1,12	129,02	.
	A-Wert Bereich D	.	1,64	-11,36	113,74	-19,01	.
29	A-Wert Bereich B	.	-1,73	3,04	2,86	19,26	.
	A-Wert Bereich D	.	3,74	-16,34	6,71	-11,32	.
30	A-Wert Bereich B	.	1,49	5,20	-9,46	.	.
	A-Wert Bereich D	.	-5,00	-14,16	64,09	-210,79	.
31	A-Wert Bereich B	.	-1,46	5,05	-28,83	22,59	.
	A-Wert Bereich D	.	1,93	-24,51	22,72	4,09	.
34	A-Wert Bereich B	.	-1,17	3,98	30,76	.	.
	A-Wert Bereich D	.	3,11	-5,56	3,53	-5,48	.
35	A-Wert Bereich B	.	1,32	-1,02	-65,76	13,34	2,15
	A-Wert Bereich D	.	1,09	-4,85	11,04	-65,88	-1,50
36	A-Wert Bereich B	.	1,90	10,24	46,67	-360,83	.
	A-Wert Bereich D	.	3,92	-323,55	.	-23,57	.
37	A-Wert Bereich B	.	3,44	2,28	7,69	3,15	5,20
	A-Wert Bereich D	.	29,11	-46,04	4,86	-41,58	-5,39
38	A-Wert Bereich B	.	1,28	3,08	8,35	.	-7,09
	A-Wert Bereich D	.	4,31	.	609,19	-25,70	-90,95
39	A-Wert Bereich B	.	1,87	-1,29	-1,85	-4,81	2,15
	A-Wert Bereich D	.	2,10	-226,75	29,74	-2,94	2,48
40	A-Wert Bereich B	.	1,12	3,21	3,26	.	.
	A-Wert Bereich D	.	2,43	-23,53	27,40	-11,44	.
42	A-Wert Bereich B	.	.	3,79	15,14	1,21	-1,14
	A-Wert Bereich D	.	.	-17,63	1,10	-26,03	-43,00
43	A-Wert Bereich B	.	8,90	4,91	-55,93	-2,16	3,36
	A-Wert Bereich D	.	2,63	-5,70	4,51	-11,07	-1,50
44	A-Wert Bereich B	.	-1,35	1,86	5,06	5,29	.
	A-Wert Bereich D	.	-1,21	-12,91	1,16	-2,25	.
45	A-Wert Bereich B	.	-2,19	1,17	-2,85	14,69	-1,22
	A-Wert Bereich D	.	14,62	-430,94	1,44	-32,16	-2,65
46	A-Wert Bereich B	.	-1,59	1,47	1,82	5,47	-1,01
	A-Wert Bereich D	.	7,66	-83,47	2,24	-6,21	5,40
47	A-Wert Bereich B	.	1,55	4,04	68,20	1,14	1,40
	A-Wert Bereich D	.	3,62	-14,56	-2,07	-4,04	-4,98

Anhang 60: Tabelle Statistik zum Modellparameter Affinität je Periode, Versuch 2

C-Point Periode		MW	Min	Max	s
SA-,WM- --> SA+,WM+	A-Wert Bereich A	0,88	-1,32	2,10	1,01
	A-Wert Bereich B				
	A-Wert Bereich C	1,42	1,05	2,68	0,37
	A-Wert Bereich D				

C-Point Periode		MW	Min	Max	s
SA+,WM+ --> SA+,WM-	A-Wert Bereich A	-0,35	-3,78	1,69	1,53
	A-Wert Bereich B	0,45	-2,23	8,90	2,58
	A-Wert Bereich C	-0,66	-2,18	1,35	1,25
	A-Wert Bereich D	4,52	-5,00	29,11	6,80
SA+,WM- --> SA-,WM+	A-Wert Bereich A	-0,51	-2,29	1,34	1,29
	A-Wert Bereich B	3,18	-1,29	10,24	2,49
	A-Wert Bereich C	1,02	-1,41	2,05	0,93
	A-Wert Bereich D	-284,61	-4571,82	-4,85	989,02
SA-,WM+ --> SA-,WM-	A-Wert Bereich A	-0,32	-1,71	1,98	1,32
	A-Wert Bereich B	1,39	-65,76	68,20	29,31
	A-Wert Bereich C	-3,66	-12,53	-1,23	3,35
	A-Wert Bereich D	50,30	-3,51	609,19	131,43
SA-,WM- --> SA+,WM+	A-Wert Bereich A	-1,52	-3,17	1,17	1,24
	A-Wert Bereich B	-11,01	-360,83	129,02	96,21
	A-Wert Bereich C	2,99	1,30	14,29	2,62
	A-Wert Bereich D	-26,85	-210,79	4,09	44,38
SA+,WM+ --> SA+,WM+	A-Wert Bereich A	-1,75	-3,17	1,02	1,22
	A-Wert Bereich B	0,78	-7,09	5,20	3,31
	A-Wert Bereich C	-0,66	-2,34	2,25	1,75
	A-Wert Bereich D	-12,54	-90,95	5,40	29,15

Anhang 61: Tabelle Kompensationswerte (K-Wert) Bereich B durch Bereich D je Tier und C-Point Periode, Versuch 2

Tier	C-Point Periode					
	SA-,WM- → SA+,WM+	SA+,WM+ → SA+,WM-	SA+,WM- → SA-,WM+	SA-,WM+ → SA-,WM-	SA-,WM- → SA+,WM+	SA+,WM+ → SA+,WM+
	SA+,WM+	SA+,WM-	SA-,WM+	SA-,WM-	SA+,WM+	SA+,WM+
23	.	-2,09	-1380,71	-2,65	-9,38	.
24	.	-1,34	-20,23	-15,86	-4,48	-1,36
25	.	-1,09	-1,78	2,71	19,19	.
26	.	-6,56	-2,33	-1,26	-3,16	1,71
27	.	-1,92	-51,86	-17,82	.	.
28	.	-1,21	-9,27	-101,33	6,79	.
29	.	-2,16	-5,38	-2,35	1,70	.
30	.	-3,36	-2,73	-6,77	.	.
31	.	-1,32	-4,85	1,27	5,52	.
34	.	-2,65	-1,40	8,71	.	.
35	.	1,21	-4,76	5,96	-4,94	1,44
36	.	-2,07	-31,58	.	15,31	.
37	.	-8,47	-20,21	1,58	-13,21	-1,04
38	.	-3,37	.	-72,96	.	-12,84
39	.	-1,12	-175,11	-16,06	1,64	-1,15
40	.	-2,17	-7,33	-8,41	.	.
42	.	.	-4,65	13,79	-21,45	-37,67
43	.	3,39	-1,16	12,41	-5,11	2,24
44	.	1,11	-6,96	4,37	2,35	.
45	.	-6,68	-367,11	1,98	-2,19	-2,17
46	.	-4,82	-56,66	-1,23	-1,13	-5,37
47	.	-2,34	-3,61	33,02	-3,56	-3,55

Anhang 62: Tabelle Statistik zum Modellparameter Kompensation je Periode, Versuch 2

C-Point Periode		MW	Min	Max	s
SA-,WM- →	K-Wert Bereich A durch Bereich B	-0,38	-1,94	1,55	1,25
SA+,WM+	K-Wert Bereich A durch Bereich C				
	K-Wert Bereich A durch Bereich D				

C-Point Periode		MW	Min	Max	s
	K-Wert Bereich B durch Bereich D				
	K-Wert Bereich B durch Bereich C				
	K-Wert Bereich C durch Bereich D				
SA+,WM+ →	K-Wert Bereich A durch Bereich B	-0,69	-6,43	2,37	1,93
SA+,WM-	K-Wert Bereich A durch Bereich C	0,26	-1,79	1,74	1,33
	K-Wert Bereich A durch Bereich D	-3,63	-23,22	1,13	5,07
	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-2,33	-8,47	3,39	2,71
	K-Wert Bereich B durch Bereich C	0,90	-1,36	8,07	2,09
	K-Wert Bereich C durch Bereich D	-3,96	-25,70	1,15	5,75
SA+,WM- →	K-Wert Bereich A durch Bereich B	-2,50	-8,90	1,77	2,48
SA-,WM+	K-Wert Bereich A durch Bereich C	-0,11	-1,84	1,68	1,28
	K-Wert Bereich A durch Bereich D	-248,91	-4225,60	-3,45	914,84
	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-102,84	-1380,71	-1,16	304,77
	K-Wert Bereich B durch Bereich C	2,26	-1,12	7,64	2,02
	K-Wert Bereich C durch Bereich D	-256,88	-4281,31	-2,72	927,00
SA-,WM+ →	K-Wert Bereich A durch Bereich B	-15,41	-67,14	-1,09	19,57
SA-,WM-	K-Wert Bereich A durch Bereich C	-2,75	-10,01	1,28	2,69
	K-Wert Bereich A durch Bereich D	-39,66	-467,97	1,55	101,52
	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-7,66	-101,33	33,02	29,07
	K-Wert Bereich B durch Bereich C	8,36	-5,67	53,35	14,61
	K-Wert Bereich C durch Bereich D	-15,84	-160,85	1,94	38,05
SA-,WM- →	K-Wert Bereich A durch Bereich B	-23,73	-256,19	1,93	61,59
SA+,WM+	K-Wert Bereich A durch Bereich C	-1,50	-12,41	1,55	2,81
	K-Wert Bereich A durch Bereich D	-17,14	-150,33	-1,50	32,12
	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-0,95	-21,45	19,19	9,67
	K-Wert Bereich B durch Bereich C	17,65	-3,26	169,92	43,55
	K-Wert Bereich C durch Bereich D	-10,63	-56,68	6,26	15,14
SA+,WM+ →	K-Wert Bereich A durch Bereich B	-0,49	-3,46	2,47	2,15
SA+,WM+	K-Wert Bereich A durch Bereich C	-0,01	-2,28	2,58	1,80
	K-Wert Bereich A durch Bereich D	-5,51	-29,04	2,12	9,51
	K-Wert Bereich B durch Bereich D	-5,43	-37,67	2,24	11,49
	K-Wert Bereich B durch Bereich C	0,78	-2,01	3,52	1,92
	K-Wert Bereich C durch Bereich D	-7,93	-45,23	1,18	14,99

Anhang 63: Tabelle Korrelation Modellparameter für die Bereiche B und D, Versuch 2

C-Point Periode			P Wert Bereich B zu Bereich D ante	P Wert Bereich B zu Bereich D post	A-Wert Bereich B	A-Wert Bereich D	K Wert Bereich B durch Bereich D
SA+,WM+ →	P Wert Bereich B zu Bereich D ante	r Sig.	1,000 .	,458* ,037	,161 ,486	-,696** ,000	,336 ,136
SA+,WM-	P Wert Bereich B zu Bereich D post	r Sig.	,458* ,037	1,000 .	-,288 ,205	,097 ,674	-,506* ,019
	A-Wert Bereich B	r Sig.	,161 ,486	-,288 ,205	1,000 .	-,031 ,893	,065 ,780
	A-Wert Bereich D	r Sig.	-,696** ,000	,097 ,674	-,031 ,893	1,000 .	-,736** ,000
	K Wert Bereich B durch Bereich D	r Sig.	,336 ,136	-,506* ,019	,065 ,780	-,736** ,000	1,000 .
SA+,WM- →	P Wert Bereich B zu Bereich D ante	r Sig.	1,000 .	,165 ,475	,057 ,806	-,775** ,000	-,581** ,006
SA-,WM+	P Wert Bereich B zu Bereich D post	r Sig.	,165 ,475	1,000 .	-,145 ,519	,271 ,234	,234 ,308
	A-Wert Bereich B	r Sig.	,057 ,806	-,145 ,519	1,000 .	,186 ,420	,582** ,006
	A-Wert Bereich D	r Sig.	-,775** ,000	,271 ,234	,186 ,420	1,000 .	,857** ,000

C-Point Periode			P Wert Bereich B zu Bereich D ante	P Wert Bereich B zu Bereich D post	A-Wert Bereich B	A-Wert Bereich D	K Wert Bereich B durch Bereich D
	K Wert Bereich B durch Bereich D	r Sig.	-,581** ,006	,234 ,308	,582** ,006	,857** ,000	1,000 .
SA-,WM+ →	P Wert Bereich B zu Bereich D ante	r Sig.	1,000 .	,138 ,552	,591** ,005	-,703** ,000	,343 ,128
SA-,WM-	P Wert Bereich B zu Bereich D post	r Sig.	,138 ,552	1,000 .	-,397 ,067	,286 ,209	-,445* ,043
	A-Wert Bereich B	r Sig.	,591** ,005	-,397 ,067	1,000 .	-,258 ,258	,184 ,424
	A-Wert Bereich D	r Sig.	-,703** ,000	,286 ,209	-,258 ,258	1,000 .	-,784** ,000
	K Wert Bereich B durch Bereich D	r Sig.	,343 ,128	-,445* ,043	,184 ,424	-,784** ,000	1,000 .
SA-,WM- →	P Wert Bereich B zu Bereich D ante	r Sig.	1,000 .	-,194 ,456	,225 ,384	-,409 ,059	-,417 ,096
SA+,WM+	P Wert Bereich B zu Bereich D post	r Sig.	-,194 ,456	1,000 .	-,831** ,000	,495* ,043	,225 ,384
	A-Wert Bereich B	r Sig.	,225 ,384	-,831** ,000	1,000 .	-,162 ,535	,059 ,823
	A-Wert Bereich D	r Sig.	-,409 ,059	,495* ,043	-,162 ,535	1,000 .	,569* ,017
	K Wert Bereich B durch Bereich D	r Sig.	-,417 ,096	,225 ,384	,059 ,823	,569* ,017	1,000 .
SA+,WM+ →	P Wert Bereich B zu Bereich D ante	r Sig.	1,000 .	,791** ,004	-,027 ,937	-,718* ,013	-,273 ,417
SA+,WM+	P Wert Bereich B zu Bereich D post	r Sig.	,791** ,004	1,000 .	-,300 ,370	-,355 ,285	-,491 ,125
	A-Wert Bereich B	r Sig.	-,027 ,937	-,300 ,370	1,000 .	,300 ,370	,855** ,001
	A-Wert Bereich D	r Sig.	-,718* ,013	-,355 ,285	,300 ,370	1,000 .	,355 ,285
	K Wert Bereich B durch Bereich D	r Sig.	-,273 ,417	-,491 ,125	,855** ,001	,355 ,285	1,000 .

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
r = Correlation Coefficient. Sig. = Sig. (2-tailed)

Anhang 64: Leistungsstand der Schweinemast 2005/2006 der Erzeugerringe in Deutschland

	Mastbeginn kg	Mastende kg	Verkaufserlös €/kg LG	Tägliche Zunahme g	Futtermittelerwertung kg/kg LG	Verluste %	Futtermittelposten €/kg Zuwachs	Ferkelposten €/kg	DB I € je Tier
Obere 25%	31,0	119	1,20	732	2,91	3,1	0,45	1,97	42,12
MW	30,0	119	1,18	717	2,97	3,9	0,46	2,07	32,96
Untere 25%	29,3	118	1,16	704	3,05	4,7	0,48	2,16	23,07

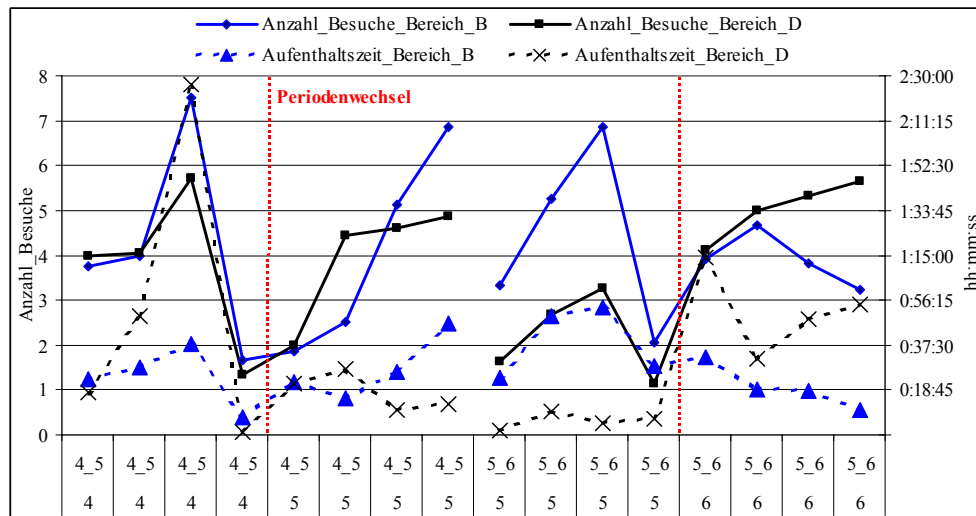
Quelle: VIT 2007

Anhang 65: Tabelle Statistik Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer je Tier und Tag in den vier Tagen vor und nach einem Periodenwechsel (C-Point), Versuch 2

C-Point	Periode		MW	Min	Max	s
3/4	SA-,WM- = ante	Anzahl Besuche Bereich B (n)	.	.	.	.
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	.	.	.	.
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	.	.	.	.

C-Point	Periode		MW	Min	Max	s
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	.	.	.	.
	SA+,WM+ = post	Anzahl Besuche Bereich B (n)	5,65	5	8	1,271
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	7,09	6	9	1,330
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:33:48	0:12:38	1:07:33	0:23:36
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	1:02:06	0:27:41	1:44:54	0:32:25
4/5	SA+,WM+ = ante	Anzahl Besuche Bereich B (n)	4,24	2	8	2,429
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	3,77	1	6	1,812
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:24:20	0:07:38	0:38:03	0:12:41
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	0:53:41	0:01:14	2:26:31	1:05:01
	SA+,WM- = post	Anzahl Besuche Bereich B (n)	4,10	2	7	2,324
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	3,97	2	5	1,326
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:27:24	0:15:01	0:46:15	0:13:23
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	0:18:06	0:10:42	0:27:28	0:07:43
5/6	SA+,WM- = ante	Anzahl Besuche Bereich B (n)	4,38	2	7	2,121
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	2,18	1	3	,958
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:38:52	0:24:08	0:53:10	0:14:29
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	0:05:50	0:02:08	0:09:34	0:03:08
	SA-,WM+ = post	Anzahl Besuche Bereich B (n)	3,91	3	5	,593
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	5,01	4	6	,660
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:20:01	0:10:33	0:32:13	0:08:58
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	0:52:12	0:31:48	1:14:18	0:17:33
6/7	SA-,WM+ = ante	Anzahl Besuche Bereich B (n)	2,69	1	5	1,588
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	2,92	2	4	,766
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	1:37:17	0:10:33	2:50:48	1:11:49
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	3:11:29	2:26:47	3:49:04	0:36:50
	SA-,WM- = post	Anzahl Besuche Bereich B (n)	3,54	2	6	1,525
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	2,92	2	4	1,057
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:22:58	0:11:23	0:35:06	0:10:05
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	0:17:36	0:06:33	0:36:15	0:12:57
7/8	SA-,WM- = ante	Anzahl Besuche Bereich B (n)	2,76	1	5	1,461
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	2,37	2	4	,793
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:14:31	0:04:32	0:23:30	0:09:25
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	0:08:04	0:04:36	0:11:27	0:03:13
	SA+,WM+ = post	Anzahl Besuche Bereich B (n)	1,70	1	2	,329
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	3,38	3	4	,516
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	0:27:50	0:16:11	0:42:10	0:10:49
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	1:16:31	1:03:28	1:27:53	0:11:10
8/9	SA+,WM+ = ante	Anzahl Besuche Bereich B (n)	2,98	1	4	1,083
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	2,98	2	4	,672
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	1:51:44	0:17:56	3:22:20	1:27:31
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	3:12:18	1:25:51	4:30:51	1:17:41
	SA+,WM+ = post	Anzahl Besuche Bereich B (n)	3,18	1	4	1,352
		Anzahl Besuche Bereich D (n)	3,57	2	4	1,035
		Aufenthaltszeit Bereich B (h)	1:16:11	0:39:58	2:19:09	0:43:27
		Aufenthaltszeit Bereich D (h)	1:50:48	0:21:13	3:19:36	1:13:56

Anhang 66: Abbildung Mittelwert Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer je Tier und Tag in den kritischen Phasen der Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-) und von Periode 5 zu 6 (SA-,WM+), Versuch 2



Anhang 67: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich B je Einzeltier in Periode 4 (SA+,WM+) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)

Bereich B						
Tier	W-Wert	Rangfolge W-Wert	Summe Anzahl Besuche	Rangfolge Anzahl Besuche	Summe Aufenthaltsdauer (h:mm)	Rangfolge Aufenthaltsdauer
23	0,81	8	12	6	1:36	12
24	0,74	7	11	2	1:36	11
25	0,81	9	11	2	1:46	15
26	1,43	16	16	13	2:08	18
27	0,92	12	13	9	1:41	13
28	1,73	18	15	11	2:45	21
29	1,47	17	20	16	1:45	14
30	1,82	19	16	13	2:44	20
31	0,15	1	6	1	0:34	1
34	1,04	13	11	2	2:16	19
35	1,97	20	23	18	2:03	17
36	0,66	6	12	6	1:19	9
37	1,16	14	23	18	1:12	8
38	0,42	2	13	9	0:46	2
39	0,83	11	20	16	1:00	6
40	0,82	10	18	15	1:05	7
43	0,45	3	11	2	0:58	5
44	1,37	15	24	20	1:22	10
45	0,46	4	12	6	0:55	4
46	0,58	5	15	11	0:55	3
47	2,68	21	35	21	1:50	16

Anhang 68: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich D je Einzeltier in Periode 4 (SA+,WM+) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)

Bereich D						
Tier	W-Wert	Rangfolge W-Wert	Summe Anzahl Besuche	Rangfolge Anzahl Besuche	Summe Aufenthaltsdauer (h:mm)	Rangfolge Aufenthaltsdauer
23	5,71	20	11	7	12:27	21
24	9,14	21	29	21	7:33	19
25	0,75	6	10	5	1:47	10
26	3,90	18	10	5	9:21	20
27	2,92	15	14	13	5:00	17
28	1,20	11	9	4	3:11	12
29	1,53	12	12	10	3:03	11
30	0,06	1	4	1	0:23	1
31	0,14	2	7	2	0:29	2
34	0,96	10	7	2	3:18	13
35	0,82	9	11	7	1:46	9
36	3,92	19	14	13	6:43	18
37	2,67	14	15	16	4:15	16
38	0,63	5	12	10	1:15	5
39	1,71	13	26	20	1:34	8
40	0,77	7	14	13	1:19	6
43	0,44	3	11	7	0:57	4
44	0,49	4	16	17	0:43	3
45	0,81	8	13	12	1:29	7
46	3,22	16	21	18	3:40	14
47	3,77	17	23	19	3:56	15

Anhang 69: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich D je Einzeltier in Periode 5 (SA+,WM-) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)

Bereich B						
Tier	W-Wert	Rangfolge W-Wert	Summe Anzahl Besuche	Rangfolge Anzahl Besuche	Summe Aufenthaltsdauer (h:mm)	Rangfolge Aufenthaltsdauer
23	1,29	16	18	16	1:43	14
24	1,64	18	17	13	2:19	17
25	0,71	7	12	7	1:25	11
26	1,02	12	14	10	1:45	16
27	1,24	15	12	7	2:28	19
28	2,35	21	17	13	3:18	22
29	2,54	22	21	19	2:54	21
30	1,23	14	11	6	2:40	20
31	0,21	2	6	2	0:50	4
34	1,22	13	12	7	2:26	18
35	1,50	17	22	20	1:37	13
36	0,35	5	9	4	0:55	5
37	0,34	4	10	5	0:48	3
38	0,33	3	8	3	0:58	6
39	0,45	6	14	10	0:45	2
40	0,73	8	17	13	1:01	7
42	0,83	9	18	16	1:06	8
43	0,05	1	5	1	0:14	1
44	1,85	20	38	22	1:10	10
45	1,01	11	16	12	1:31	12
46	0,91	10	19	18	1:09	9
47	1,73	19	24	21	1:43	15

Anhang 70: Übersicht zur Rangfolge der Kriterien W-Wert, Anzahl Besuche und Aufenthaltsdauer für den Bereich D je Einzeltier in Periode 5 (SA+,WM-) im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)

Bereich B						
Tier	W-Wert	Rangfolge W-Wert	Summe Anzahl Besuche	Rangfolge Anzahl Besuche	Summe Aufenthaltsdauer (h:mm)	Rangfolge Aufenthaltsdauer
23	1,71	21	16	14	2:34	20
24	3,05	22	24	20	3:02	22
25	0,60	14	11	8	1:18	16
26	0,43	11	11	8	0:55	14
27	1,13	20	10	5	2:42	21
28	0,73	15	13	10	1:20	17
29	0,41	9	17	15	0:34	9
30	0,32	8	15	13	0:30	6
31	0,07	2	6	1	0:17	3
34	0,31	6	10	5	0:44	12
35	0,75	16	19	19	0:57	15
36	1,00	18	17	15	1:24	19
37	0,09	3	9	4	0:14	2
38	0,15	4	8	2	0:26	5
39	0,82	17	14	11	1:23	18
40	0,32	7	14	11	0:32	8
42	0,46	12	18	18	0:36	11
43	0,17	5	10	5	0:24	4
44	0,59	13	27	21	0:31	7
45	0,06	1	8	2	0:09	1
46	0,42	10	17	15	0:35	10
47	1,04	19	31	22	0:48	13

Anhang 71: Übereinstimmung zwischen den einzelnen Rangfolgen Anzahl Besuche, Aufenthaltsdauer und W-Wert für die zwei Bereiche B und D im Periodenwechsel von Periode 4 (SA+,WM+) zu 5 (SA+,WM-)

Übereinstimmung in der Rangfolge		Anzahl Besuche ⇔ Aufenthaltsdauer	W-Wert ⇔ Anzahl Besuche	W-Wert ⇔ Aufenthaltsdauer	W-Wert ⇔ Anzahl ⇔ Dauer
Periode 4 SA+,WM+	Bereich B	1 4,8%	3 14,3%	2 9,5%	1 4,8%
	Bereich D	3 14,3%	3 14,3%	4 19,0%	2 9,5%
Periode 5 SA+,WM-	Bereich B	2 9,1%	5 22,7%	2 9,1%	1 4,5%
	Bereich D	0 0,0%	1 4,5%	4 18,2%	0 0,0%

Anhang 72: Formular zur Zeitraumbestimmung für die Modellberechnungen

Ansicht

TagAnfang Zeitraum

PeriodeAnfang

TagEnde

PeriodeEnde

W_Wert

W_Wert_Bereich

P_Wert_Vor

P_Wert_Nach

A_Wert

K_Wert

5	02.05.2005
5	03.05.2005
5	04.05.2005
5	05.05.2005
5	06.05.2005
5	07.05.2005
5	08.05.2005
5	09.05.2005
5	10.05.2005
5	11.05.2005
5	12.05.2005
5	13.05.2005
5	14.05.2005
5	15.05.2005
5	16.05.2005
6	16.05.2005
6	17.05.2005
6	18.05.2005
6	19.05.2005
6	20.05.2005
6	21.05.2005
6	22.05.2005
6	23.05.2005
6	24.05.2005
6	25.05.2005
6	26.05.2005
6	27.05.2005
6	28.05.2005
6	29.05.2005
6	30.05.2005
7	30.05.2005
7	31.05.2005
7	01.06.2005
7	02.06.2005
7	03.06.2005
7	04.06.2005
7	05.06.2005

Danksagung

Danken möchte ich meinem Betreuer Prof. Dr. O. Kaufmann und allen Mitarbeitern des Fachgebietes Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik für die aktive und anregende Zusammenarbeit während der Promotionszeit. Besonders erwähnen möchte ich an dieser Stelle Frau B. Friedrich, Mitarbeiterin des Fachgebietes Ökonometrie, die mir von Anfang an mit kompetentem Rat und Tat bei den Tücken und Zicken von Microsoft Access zur Seite stand. Weiterhin auch Herrn A. Schmitt aus dem Fachgebiet Züchtungsmethodik, der mir in den Auswertungsansätzen zur Sequenzanalyse gute Hilfestellung geben konnte. Der Versuchsstation gilt mein Dank für die Durchführung der Versuchsanstellung und die damit verbundenen auswertbaren Datensätze.

Finanziell gefördert wurde meine Promotionszeit durch ein 30-monatiges Stipendium gemäß dem Nachwuchsförderungsgesetzes Berlin NaFöG und die letzten 8 Monate durch das Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte (IASP). Diesen Institutionen gilt dafür mein Dank.

Schließlich möchte ich meiner Familie und auch allen Freunde und Verwandten für Ihre psychische und physische Unterstützung in der Zeit meiner Promotion Dank sagen. Und da das Beste zum Schluss kommt, will ich an dieser Stelle meine Freundin Katja nicht vergessen wissen: du musstest Dir in den letzten Jahren viel über Schweine und ihre Befindlichkeiten anhören und dabei interessierst du dich doch mehr für „sau-guten“ Wein.

Danke !!!

Berlin 2007

Björn Börgermann

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Björn Börgermann, an Eides statt, die vorliegende Promotionsschrift selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Datum

Unterschrift